



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ  
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ И  
ХОТЕЛИЈЕРСТВО



**Миодраг Д. Степановић**

# **САВРЕМЕНЕ ГЕОМОРФОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ У СТИГУ**

**-Докторска дисертација-**

**Нови Сад, 2011.**

## ПРЕДГОВОР

Једном започет посао никада се не уради толико добро да га сам аутор може сматрати потпуно и идеално обављеним. Позитивна енергија добијена првим успехом, изазива додатну жељу за још студиознијем приступу даљем истраживању. Припадати једној области дуге и плодне историје исписиване златним словима од римског Виминацијума, преко средњовековне Србије, престоног седишта књаза Милоша, несвакидашњих сликарских имагинација Милене Павловић – Барили, пронете речима и делима многих познатих личности наше и светске науке, Царевчеве музике, позоришне сцене Миливоја Живановића, преко плодне српске житнице и чувене „плазме“ , „Љубичевских игара“..., обавезује на сопствени допринос продужењу богате традиције.

Стиг је кроз све развојне фазе био интерес и инспирација многих. Научна сазнања су веома брзо валоризована и налазилала примену и економску исплативост. Тако је шире друштвене потребе за сигурним видовима производње електричне енергије постао примаран, када су установљене огромне резерве лигнита испод плодног алувијона Млаве и северног дела Сопотске греде.

Основни мотив при опредељењу за тему „Савремене геоморфолошке промене у Стигу“, јесте жеља аутора да са различитих географских аспеката укаже на морфолошке трансформације доњег слива Млаве, на бројне негативне последице настале у процесу површинске експлоатације угља, и на могућност рекултивације девастираних површина.

При изради докторске дисертације несебично су ми помогли бројни појединци и институције. Најискреније се захваљујем дирекцији и стручним службама ПК „Дрмно“ и ПК „Тириковац“, „Георад-у“ и Геолошком институту из Београда. Посебну захвалност дугујем дипл. инж. геол. Велимиру Поповићу, који ми је својим ауторитетом и стручношћу учинио доступним многе податке од важности за израду тезе.

Захваљујем се свим младим колегама и професорима са Департмана за географију, туризам и хотелијерство у Новом Саду за стечено географско знање.

Немерљиву помоћ и разумевање увек сам имао од проф. др Љупчета Миљковића, који ме је пратио кроз све фазе географског сарзевања и усмеравао ка реалним и остварљивим научним изазовима. У лику и делу ментора проф. др Слободана Марковића, његовом елану и енергији, увек сам налазио инспирацију, а сугестије и стручна помоћ при изради дисертације, били су од огромне важности. Такође, захваљујем се асистенту мр Млађену Јовановићу за бројне савете који су се односили на проблематику леса у Стигу и проф. др Бранку Ристановићу, за искрену подршку и уливено самопоуздање за време студија.

Моја породица имала је пресудну улогу у свеукупном формирању моје личности и животног опредељења. Разумевање и подршка пратили су ме кроз све фазе школовања, из чега сам стицао самопоуздање и истрајност. Посебна инспирација и обавеза био ми је једногодишњи син Василије. У њему сам налазио додатну снагу и енергију да истрајем у уобличавању и реализацији ове докторске дисертације.

*Миодраг Д. Степановић*

*У Новом Саду,  
01. 06. 2011.год.*

# САДРЖАЈ

<b>УВОД</b> .....	6
<b>ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ</b> .....	8
<b>ИСТОРИЈАТ ИСТРАЖИВАЊА</b> .....	10
<b>ГЕОЛОШКА ГРАЂА И ТЕКТЕНИКА</b> .....	16
<b>Палеозоик</b> .....	20
Метабазити .....	20
Метабазити и филитоиди .....	21
Кварцити и кварцни конгломерати .....	22
Кисели метавулканити, метапелити и метапсамити .....	22
Албит-епидот-хлорит-актинолитски шкриљци .....	23
Хлорит-лискунски и хлорит-епидотлискун-актинолитски шкриљци .....	23
Епидот-амфиболитски; епидот-хлоритактинолитски и епидот-хлоритски шкриљци .....	24
Метаседименти .....	25
Мусковитски, серицит-мусковитски и хлоритски шкриљци .....	25
<b>Неоген</b> .....	26
Средњи сармат .....	27
Панон .....	29
Понт .....	30
<b>Квартар</b> .....	33
Плеистоцен .....	33
Холоцен .....	44
<b>ТЕКТЕНИКА</b> .....	46
<b>РЕЉЕФ</b> .....	50
<b>ЕНДОГЕНИ РЕЉЕФ</b> .....	50
<b>ЕГЗОГЕНИ РЕЉЕФ</b> .....	57
Абразиони облици .....	57
Флувијални облици .....	61
Речне терасе .....	62
Епигенетске појаве .....	64
Елементи рељефа настали падинским процесима .....	67
Еолски облици .....	72
<b>АНТРОПОГЕНИ РЕЉЕФ</b> .....	76
<b>КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ</b> .....	77
Температура ваздуха .....	78
Ветар .....	82
Релативна влажност ваздуха .....	86
Инсолација .....	88
Облачност .....	89
Падавине .....	91

<b>ГИДРОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ</b> .....	94
<b>Подземне воде</b> .....	94
Типови издани .....	100
Режим подземних вода .....	101
Утицај подземних и површинских вода на експлоатациона поља косточаких угљенокопа .....	103
Квалитет подземних вода .....	108
<b>Површинске воде</b> .....	110
Регулација водотокова .....	119
<b>СТРУКТУРА ЗЕМЉИШТА</b> .....	131
<b>БИОГЕОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ</b> .....	142
<b>УТИЦАЈ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ УГЉА У КОСТОЛАЧКОМ БАСЕНУ НА ПРОМЕНУ ГЕОГРАФСКОГ ПРОСТОРА</b> .....	147
<b>Утицај експлоатације угља на промену рељефа</b> .....	148
Границе површинског копа .....	148
<b>Одлагалишта</b> .....	151
<b>Пепелишта</b> .....	154
Рекултивација одлагалишта .....	158
Рекултивација пепелишта .....	160
<b>САВРЕМЕНИ ГЕОМОРФОЛОШКИ ПРОЦЕСИ У ЗОНИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ УГЉА И ОДГАГАЛИШТА</b> .....	164
<b>Савремене геоморфолошке промене приказане у GIS –у</b> .....	166
Примена GIS -а у рударству .....	166
Анализа помоћу GIS –а .....	168
<b>Појмови и скраћенице</b> .....	179
Дигитални елевациони модел .....	179
Дигитализација .....	179
<b>Промене климатских елемената</b> .....	181
<b>Утицај експлоатације угља на подземне и површинске воде</b> .	184
Одлагалишта пепела као загађивачи подземних вода .....	184
Утицај отпадних вода из термоелектрана Костолац „А“ и „В“ и пепелиште на квалитет површинских вода.....	185
Хемизам подземних и површинских вода .....	187
Заштита Копа од подземних и површинских вода .....	188
<b>Промене у биљном и животињском свету</b> .....	191
<b>Утицај експлоатације угља на животну средину</b> .....	192
<b>ЗАКЉУЧАК</b> .....	195
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	198



## УВОД

Савремени облици рељефа Стига резултат су рецентних ерозивних процеса и антропогених активности. У северозападном делу стишке области највећи утицај на промену морфологије терена има експлоатација угља на површинском копу Дрмно и доскорашњем површинском копу „Ћириковац“, одлагање отквивке и јаловине, односно пепела и шљаке из косточаких термоелектрана.

Површинска експлоатација лигнита на простору Рударско-енергенског комбината „Костолац“, од почетка радова 1873. године, а посебно од 1977. године до данас, изазвала је велике морфолошке трансформације у зони експлоатације угља и на одлагалиштима, које намећу потребу рекогносцирања топографског изгледа, посебно хипсометријског стања. Јер, антропогеним утицајем стала су знатна одступања од првобитног рељефа. Од око 80 m на топографској површини, копајући угљ сишло се у дубину испод нивоа мора за -6,30 m. На другој страни, релативна висина одлагалишта достиже преко 60 m.

Највеће промене у рељефу одвијају се у зони површинског копа „Дрмно“. С обзиром да се предвиђа експлоатација лигнита траје до 2041. године, даљи рударски радови ће још више утицати на трансформацију рељефа овог дела Стига. Повећање годишње производње угља са 6 на 9 милиона тона, још ће брже мењати морфологију терена.

Као последица експлоатације угља јављају се рецентне геоморфолошке појаве као што су: клизање маса (на одлагалиштима угља), слегање терена (деформације изнад старих јамских радова), осипање (кретање издробљених фрагмената низ косине) и течење маса (на радним етажама и одлагалиштима).

Поред морфоскулптурних промена, експлоатација угља изазвала је и климатске, хидрографске, педолошке и биогеографске промене.

Укупне географске промене у последњим деценијама XX века рефлектовале су се у виду негативних последица у многим сферама животне средине: загађеност ваздуха отровним гасовима косточаких термоелектрана, режим подземних и хемизам

површинских вода, уништавање продуктивних ораничних површина, промена ареала бидиверзитета.

Неопходност даље експлоатације угља и пратеће негативне промене рударских радова, могу се ублажити, а донекле и потпуно анулирати различитим мерама рекултивације земљишта на одлагалиштима откривке, јаловине, пепелиштима и шљаке.

Основни циљ дисертације састоји се у утврђивању савремених промена у рељефу доњег слива Млаве које су резултат природних процеса и антропогеног утицаја. Посебан акценат биће на новоствореном рељефу насталом као последица експлоатације лигнита у костолачком угљеном басену. Лесне творевине у Стигу биће посебно обрађене, пошто су велике површине истраживане прекривене лесоидним материјалом. Досадашњи подаци о еолској проблематици овог дела Источне Србије су доста штури и парцијални, посебно источног дела.

Промене у животној средини у региону Костолца биле су у прошлом веку обимне, а њихове последице дуготрајне. Ограничене резерве угља троше се несмањеним интензитетом, а последице овакве делатности се веома споро отклањају. Умереним и пажљивим трошењем ресурса на овом подручју (угља, воде, ваздуха, биљака и животиња), уз правовремено деловање на отклањању последица таквих делатности (ревитализација, рекултивација, рециклажа и филтрирање), може се поново вратити право лице животној средини у њеном изворном облику.

Главне методе коришћене при прикупљању и обради података релевантних за ову тезу, базирале су се на теренском истраживању савремених геоморфолошких промена у Стигу, обради статистичких података добијених од стручних и научно-истраживачких институција, проучавању доступне литературе, картографског материјала и примени савремених метода обраде података у ГИС систему.

## ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ

Стиг је геоморфолошка целина у доњем сливу Млаве. Границу на истоку представља ниска Божевачка греда, која почиње код Мелнице, а завршава се на десној обали Дунава код Рама. Западну границу чини Сопотска, хорстовска греда, која почиње код Ћовдина на југу, а завршава се на северу код Костолца, на десној обали Дунава. Јужна граница је слабије изражена, али се сматра да сужење Млавине долине на линији Орљево-Рашанац, од кога се нагло шири према северу, представља почетак Стига. Северна граница према Пожаревачком Подунављу, такође је доста нејасна, али се може сматрати да је напуштени рукавац Дунава, односно Дунавац, који је припијен уз јужну ивицу некадашње аде Острво (Карта 1).

Стиг има веома повољан географски положај, који је резултат рељефних погодности, климатских, хидрографских, педолошких и биогеографских прилика. Смештен је између Браничева (доњи слив Пека) на истоку, Поморавља на западу, Пожаревачког Подунавља и јужног Баната, на северу, и Млаве, области у средњем сливу истоимене реке, на југу. Преко ниских греда Стиг је добро повезан са областима суседних река, а долином Млаве са брдско-планинским делом слива (Млава и Хомоље).

Погодни физичко-географски фактори, условили су да Стиг буде житница Источне Србије, а средњи и горњи слив Млаве са другим природним ресурсима употпуњује привредне потенцијале овог дела Србије.

Стиг у административном погледу припада Браничевском округу, и то, у потпуности општини Мало Црниће, већим делом општини Пожаревац, и мањим делом општинама Велико Градиште на истоку, Кучево на југоистоку и Петровац на Млави на југу.

На територији Стига нема градских насеља, али се сматра да је Пожаревац, који лежи на западној, поморавској страни Сопотске греде, главни центар области.

Повољне рефне предиспозиције биле су основа за повезаност Стига са суседним областима и ширим простором. Северну границу представља Дунав, односно „Коридор 7“, док се западном, периферном страном Сопотске греде пружа „Коридор 10“. Кроз Ђердапску клисуру иде магистрални пут, тзв. „Ђердапска магистрала“ (Пожаревац-

Кладово), на коју се наставља „Тимочка магистрала (Кладово-Неготин-Зајечар). Најважнија сувоземна саобраћајница Стига је регионални пут Пожаревац-Петровац на Млави-Жагубица-Бор. Такође важан, али од нешто мањег значаја је асфалтни пут Пожаревац-Кучево-Мајданпек-Неготин.

Једина железничка саобраћајница је пруга нормалног колосека Пожаревац – Кучево – Мајданпек – Бор.

Сва стишка сеоска насеља добро су саобраћајно повезана квалитетним асфалтним путевима локалног значаја. Важнији од осталих су путеви: Топоница – Велико Село – Врбница – Орљево – Велики Поповац – Панково – Петровац на Млави; Велико Село – Шапине – Забрега – Бресница – Раброво – Мишљеновац; Братинац – Бубушинац – Маљуревац – Брадарац – Дрмно – Кличевац – Речица – Рам.



Карта 1. Географски положај Стига (Преузето са Карте 1:200000)

## ИСТОРИЈАТ ИСТРАЖИВАЊА

Геолошка и геоморфолошка проучавања територије коју захвата Стиг почињу у последњој четвртини 19. века и настављају се, различитим интензитетом, до данас. Већина тих истраживања у доброј мери се огледају кроз историјат рударске делатности на истраживаном простору.

Радови Ф. Хофмана (1892), Ј. Жујовића (1888-1900), С. Урошевића (1902-1908) и Д. Антуле (1900-1913) пружају прве податке о геолошкој грађи и рудном богатству ове области, посебно о саставу и распрострањењу миоценских наслага чије биостратиграфске особине детаљно проучава П. Павловић (1833-1903).

Упоредо са геолошким истраживањима јављају се и прва регионално-географска, а нешто касније и геоморфолошка проучавања Ј. Цвијића (1902-1924).

Највише литературних података о доњем сливу Млаве, односно о Стигу, постоји о његовом западном делу, односно ширем простору Костолца. Међутим, иако је, захваљујући појавама угља, који је постао предмет интересовања великог броја акционара и научника, експлоатација овог природног блага започета је раније. Прве писане податке срећемо код С. Лозанића (1886) који помиње „већ лепо уређени рудник наш". Непосредно након тога Ј. Жујовић (1889) костолачке угљеве, на основу утврђених глатких вивипара, сврстава у левант. Насупрот њему, С. Брусина (1893), сматра да се у случају костолачког неогена ради о конгеријским наслагама. Коначно, Н. Андрусов (1897) истиче да костолачки слојеви припадају „другом понтијском кату", и да су слични са конгеријским наслагама Срема (Малешевић и др., 1978).

Д. Атула (1900), костолачке лигнитске слојеве са пешчарима и лапорима датира као „понтиске“, додајући да Хофман (1892), изданке лигнита код Речице недалеко од Рама сматра источним крилом угљеног лежишта код Костолца.

Потпуније стратиграфске и палеонтолошке податке угљених серија, као и петрографским особинама на основу кристаластих шкриљаца у Млавско-печком басену, дао је Ф. Кацер (1919), који је сматрао на основу флористичких фосилних трагова, да

продуктивни карбон између Млаве и Пека одговара претежно стефанијену, а мање вестфалијену.

Изучавањем кристаластих шкриљаца и палеозојских формација у овом делу Источне Србије бавило се више аутора. К. Петковић је у чланку *Apres géologique* (1930), објашњава геолошки састав рамског острва и његове стене сврстава у кристаласте шкриљце II групе.

В. Петковић и М. Протић (1933) су синклинално положене палеозојске кристаласте шкриљце (амфиболске, хлоритске и серицитске шкриљце, филите, кварците, гнајсеве и микашисте) између Млаве и Пека (Црљенац-Рашанац-Рановац...), а који тону под терцијарне насlage, сврстали у доњи карбон (Паунковић, 1935).

К. Петковић (1937) посебно је проучавао проблеме у вези са црвеним пешчарима, заступљених у јужном делу Божевачке греде, њиховој старости и односу према горњем карбону. У четвртој декади XIX века знатно је повећан интерес за неогене терене изразом првих геолошких карата и пружањем података о минералним сировинама, а које су публиковали М. Протић и В. Микичић (1933) и М. Павловић (1936-1937, 1942-1943). М. Протић и В. Микичић (1937) у тумачу за Геолошку карту јасно издвајају лес од живог песка.

М. Протић и В. Микичић (1937), у тумачу за геолошку карту, рамско кристало острво уврстили су у палеозоик.

Велики допринос рашчлањавању неогена Подунавља и Поморавља, а посебно за биостратиграфију миоценских и плиоценских наслага, дао је П. Стевановић (1949-1967). Овај аутор је вршио геолошка истраживања у Пожаревачком Подунављу. Он је рашчланио плиоценске насlage на овом подручју, тако што је Костолачки басен до Рама уврстио у понтиски кат (доњи плиоцен).

Истраживања млађепалеозојске серије вршио је и Ж. Ђорђевић (1954-1960) који сматра да би ове стене девонске и доњокарбонске старости. У ово време вршена су обимна истраживања млавско-печког угљоносног басена, а започела је и израда првих геолошких карата 1 : 25 000 (М. Павловић и др., 1954). Ж. Ђорђевић (1957), Р. Цветићанин (1957), П. Богдановић (1959 -1963), З. Обрадиновић (1962), П. Бокчић (1963 -1969) и Н. Јовановић (1963) су сматрали да у карбонској серији постоје један до два

угљена слоја, сочивастог појављивања, и променљивог квалитета Малешевић и др., 1978.<sup>1)</sup>).

Највише радова о неогеним седиментима у Стигу и Браничеву потиче од О. Милетић - Спајић. Овај аутор је много учинио на регионалном проучавању горњег миоцена (1959), биостратиграфије сармата и панона (1950 -1966), а посебно документујући доњи и горњи панон између Смољинца и Тополовника (1960, 1969, 1977). Миоценске наслаге проучавали су још и М. Новковић (1955), Д. Јовановић (1958), Д. Долић и Ч. Лончаревић (1961) и Д. Долић (1966).

Приликом истражних бушења базираним на минералним сировинама, посебно угљевима, дошло се до бројних података чију научну валоризацију налазимо у радовима Б. Милаковића (1956-1964) о угљоносном панону јужно од Пожаревца, Ч. Лончаревића (1957-1963) о угљоносности млавског басена. Д. Шкерла (1963) о појави угља код Пољане.

Ј. Марковић-Марјановић (1951) приказује главне резултате посматрања о Пожаревачком Подунављу, што је представљало до сада најдетаљнију студију о литолошким, стратиграфским и генетским карактеристикама квартарних наслага на овом простору (1951). У поглављу „Лесне наслаге” описани су профили на Пожаревачкој греди: два у цигланама код Пожаревца и један у копу код Новог Костолца.

В. Димитријевић и С. Кнежевић (1993) у оквиру палеонтолошке студије износе запажања о лесним седиментима на локалитету Ћириковац, јужно од Пожаревца (Јовановић, 2005).

Будући да се територија Стига налази у периферном делу моравске потолине, односно на западној периферији дела јужних Карпата, у оквиру регионалних тектонских проучавања Источне Србије („моравска-тектонска зона”), многи аутори дотичу и ову област. Посебно су важни радови В. Петковића (1930), М. Анђелковића (1956-1967), К. Петковића (1960-10 1961), затим А. Грубића (1962-1964) и Б. Максимовића (1963).

Актуелизацијом проблема о усаглашавању поделе рељефа наше земље са утврђеним дубинским раседима (Вукашиновић, 1973), Ј. Миљковић и Р. Поповић (1999), у раду „Осврт на главни руптурни склоп Поморавља“, истичу да се северно од

структуре, која се протеже долином Раље, правцем Раља-Мала Крсна-Мустапић, налази стишка депресија, посебно интересно подручје.

Геохронологија неогених наслага пожаревачког Подунавља у радовима П. Стевановића (1941-1977) добија нову димензију. Овај аутор је документовао панон и левант код Тополовника, понтијске насlage код Речице и на костолачкој греди. Такође, П. Ставановић (1951) сматра да између костолачког и смедеревског дела неогена постоји блага синклинала правца СЗ-ЈИ, чији је северни (банатски) део дуж попречних раседа спуштен, док је јужни део остао на првобитној висини. Љ. Миљковић и Р. Поповић (1999), истичу да северно од руптуре Раља-Мала Крсна-Мустапић, односно „у Стигу, налазе се највеће до сада регистроване дубине, односно дебљине неогених седимената на територији Србије јужно од Дунава (до 5.000 m)“ (1999, 22).

Супротна гледишта од П. Стевановића о положају костолачких слојева изнео је Б. Милаковић (1970), према коме угљоносне насlage костолачког типа треба издвојити као посебан подкат („виминачки" поткат) у завршном делу доњег плиоцена, што би захтевало тројну поделу понта. У другим радовима (1962, 1962/63, 1967 и др.), исти аутор се бави проблемима фазијалне цикличне анализе у продуктивној костолачкој серији и еволуцијом малаколошких групација у неогену (Ракић, 1980).

Простор Стига био је у знатно мањој мери и предмет геоморфолошких, регионално географских, педолошких и других испитивања. Подаци из различитих области срећу се у радовима аутора који су се бавили одређеном проблематиком у ширем контексту, као што су: Б. Ж. Милојевића (1951), С. Вујадиновића (1953) и Ч. Милића (1956).

Најзначајнија геоморфолошка истраживања Стига обавио је Ђорђе П. Паунковић (1935), а објавио их је у посебном раду „Долина Млаве – геоморфолошка испитивања“, којим је обухватио, све морфолошке целине у сливу Млаве (Хомоље, Млава и Стиг). Концепција геоморфолошке проблематике ове територије усаглашена је Цвијићевим схватањем о абразионом карактеру површи на јужном ободу Паноског басена.

Најстудиознија привредно-географска истраживања синтетизовао је Милисав Лутовац у свом раду „Слив Млаве“ (1954), у коме је обрадио Хомоље, Млаву и Стиг.

Ради проналажења угља у околини Костолца, Завод за геолошка и геофизичка истраживања СР Србије је 1955. године извршио пробна геолошка и геофизичка



истраживања рефракционом сеизмичком методом. Исти завод је 1957. урадио Геолошку карту Костолачког басена (1:25.000), уз извештај Б. Милаковића, а 1965. године извршена је проспекција источног дела Костолачког басена, уз извештај истог аутора.

Израдом листова Бела Црква (М. Ракић 1980<sup>1,2</sup>) и Пожаревац (М. Малешевић и др. 1978.), ОГКЈ размере 1:100.000, са одговарајућим тумачима, обједињени су резултати претходних истраживања, уз детаљан приказ геолошке грађе, тектонике подручја и решено низ других проблема и спорних питања. Тако нпр., Ракић (1980) истиче да је израдом листа Бела Црква, чији јужни део захвата северну половину Стига, поред осталог, решено: "... детаљно генетско рашчлањавање квартарних наслага, издвајање подлесне серије полигенетског карактера и доказивање њене доњоплеистоценске старости, литофацијална издвајања унутар лесне формације, ..., констатовање значајних појава минералних сировина: угља, глина, кварцних пескова, тресета, подземних вода и др.". Он такође истиче да су нека питања остала отворена, а пре свега: "... граница између панона и понта, ... еволуције речно-језерских левантиских наслага за време д. плеистоцена, детаљни стратиграфски односи у формацији леса; генеза, положај и порекло барских наслага, морфогенеза лесних тераса ...".

Најзад, резултати геофизичких истраживања синтетизовани су на најновијој гравиметријској карти 1: 200 000, која је у манускрипту (М. Младеновић и ко 1977). Карта је базирана на подацима електричног каротажа дубоких бушотина (Милошевић Б. 1966 а и б) гравиметријских испитивања (Д. Петровић и Љ. Милошевић 1955) и др.

Обимнији систематски радови на истражном бушењу у Костолачком угљеном басену почели су још за време Другог светског рата и немачке окупације, када се први пут уместо појединачних бушотина раде истражна бушења у мрежи (1000 и 500 м). На бази истражних радова, а пре свега истражног бушења и пратећих испитивања, урађени су елаборати о резервама за поједина лежишта (Дрмно, Ћириковац, Кленовник).

Најновија схватања о геолошкој грађи костолачког угљеног басена налази се код Ч. Милошевића и Р. Милетића (1975), који дају податке о батиметријским односима панонске понтијске серије, о дебљини угљених слојева, о резервама угља и др. Иако антропогене творевине у Подунављу имају највеће распрострањење о њима се говори уопштено, при решавању проблема генезе леса и барског леса (Ј. Марковић -

Марјановић 1949, 1951) и при покушају стратиграфских интерпретација Б. Милаковић (1971).

Весна Димитријевић и Слободан Кнежевић (1993) у оквиру палеонтолошке студије износе запажања о лесним седиментима на локалитету Ћириковац, јужно од Пожаревца.

Последња етапа развоја проучавања леса у Србији везана је за почетак рада Групе за квартарна истраживања са Департмана за географију, туризам и хотелијерство, Природно-математичког факултета у Новом Саду, под руководством Слободана Б. Марковића, крајем 90-их година XX века и сарадњи са водећим научним ауторитетима из ове области. У заједничким теренским истраживањима на кључним лесно-палеоземљишним локалитетима у на простору Стига, учествовали су: Вилијам Мекој (William Mc Coy), Ерик Оукас (Erik Ochas), Урлик Хоммбах (Ulrich Hombach) и други (Јовановић, 2005).

Коначно, Млађен Јовановић у својој магистарској тези под насловом „Палеогеографске карактеристике лесно-палеоземљишних секвенци околине Пожаревца“ (2005), истиче значај података до којих је дошао испитујући лесне профиле на простору пожаревачке циглане лоциране на Сопотској греди. Акценат у раду је реконструкција механизма одвијања палеоклиматских и палеоеколошких промена при формињању лесно-палеоземљишних секвенци овог дела Србије, односно југоисточне Европе, током средњег и горњег плеистоцена.

## ГЕОЛОШКА ГРАЂА И ТЕКТЕНИКА

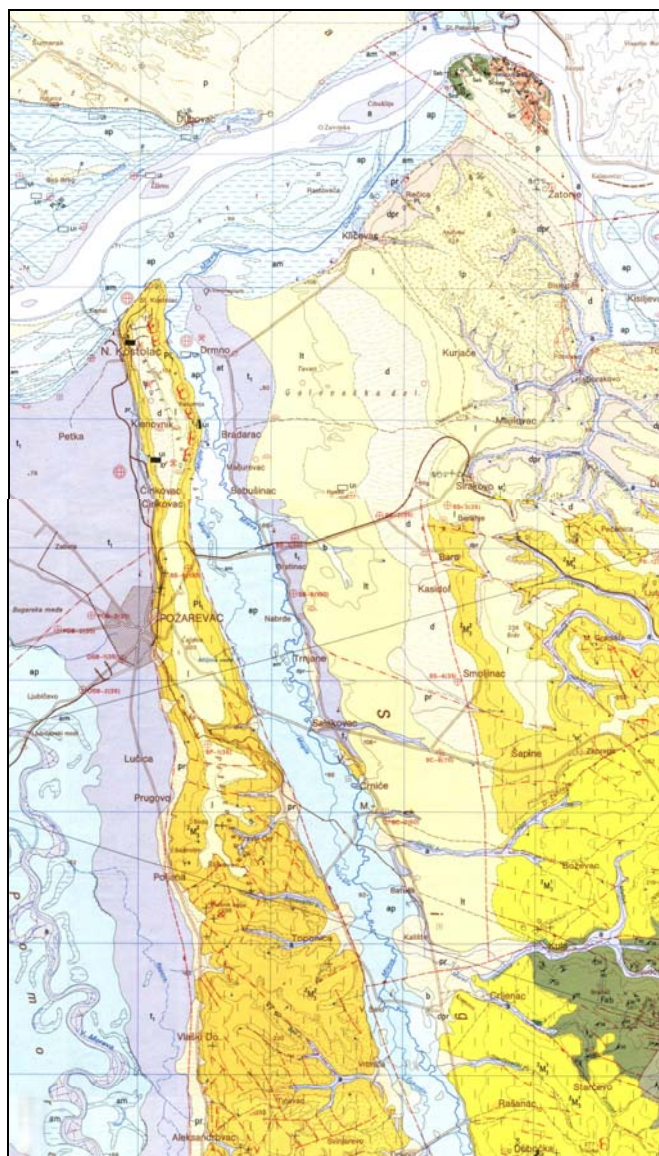
Најстарије геолошке творевине у Стигу јављају се на топографској површини у његовом источном, граничном делу, односно на Божевачкој греди, а представљене су кристаластим шкриљцима палеозојске старости, и то на две локације (ОГК Србије 1:100000).

На крејњем, северном делу на простору Рама, заступљени су шкриљцима ниског степена метаморфизма. Метаморфни комплекс, који је трансформисан до фације зелених шкриљаца старопалеозојске старости, постао је од вулканогено-седиментних стена. Изграђен је од два дела: старијег-метабазичног и млађег-метаседиментног, чији главни представници воде порекло од ситнозрних пешчара, алеврита и глина (Малешевић, 1980).

У зони рамског кристалина шкриљци су убрани у релативно правилне наборе. Каснијим вертикалним покретима њихов највећи део је спуштен ка централним деловима панонско-моравске депресије у којој чине подлогу горњомиоценским наслагама сарматске и панонске старости (Ракић, 1980).

Најстарије стене су старопалеозојске старости и откривене су на развођу између Млаве и Пека, тј. на јужној страним Божевачке греде, тачније, у доњем току Витовничке реке. Ј.Цвијић (1924) их је уврстио у „кристаласте стене Родопске Масе”, а В. Петковић и М. Протић, 1936), у „Палеозоик између Млаве и Пека”. Ове геолошке творевине представљају метаморфисане комплексе са минералним асоцијацијама насталим у условима фације зелених шкриљаца. У стратиграфском стубу су присутна и два нивоа кварцита и кварцних конгломерата. У подини старијег нивоа су вулканити-метабазити, филитоиди и метагаброиди, у подини млађег нивоа су кисели метавулканити, метапелити, и метапсамити, док су у повлати метапсамити и метапелити са метадијабазима (Малешевић, 1980).

Неогени седименти заузимају више делове стишке области, чинећи основни састав Сопотске греде на западу, и Божевачке греде на истоку. На обухваћеном простору заступљени су средњи и горњи миоцен и доњи плиоцен.



Карта 2. Геолошка карта Стига  
(ОГК Србије 1:100000, Бела Црква и Пожаревац)

### Легенда:

**Плиоцен-Холоцен:** **a** - Алувијални пескови и шљункови; **ap** - Алувијални пескови и алеврити; **am** - Алувијална фација старача; барски пескови и алеврити; **at** - Алувијална тераса (3-5 м): алеврити и пескови; **pr** - Пролувијум: конуси плавина: шљункови, пескови и алеврити; **d** - Делувијум: лесовидни алеврити и пескови; **p** - Еолски песак; **b** - Барске творевине; **d** - Делувијум: лесовидни алеврити; **prt** - Пролувијална тераса (7-12 м): шљункови и алеврити; **t<sub>1</sub>** - Алувијална тераса (7-12 м): шљункови, пескови и алеврити; **l** - Еолски лес; **lp** - Еолски лесовидни пескови; **lt** - Лесна тераса (25-35 м): шљункови, пескови и лесовидни алеврити; **dpr** - Кличевачка серија: шљункови, пескови, алеврити и бигар; **Неоген:** **pl<sub>1</sub>** - Пескови и глине (**панон**); пескови, глине и алеврити; **<sup>1</sup>M<sub>3</sub>** - Пескови, глиновити пескови и пешчари, песковити лапорци (**панон**); **<sup>1</sup>M<sub>3</sub>** - Песковите глине, глиновити ти пескови и глине (**панон**); **<sup>2</sup>M<sub>1</sub>** - Пескови, слојеви и банци кречњака (сармат); **Палеозоик:** **Sm** - Мусковитски, серицит-мусковитски и хлоритски шкриљци; **Sep** - Епидотити-амфиболитски, епидотит-хлоритски шкриљци; **Scoep** - Хлорит-лискунски и хлорит-епидотлискун-актинолитски шкриљци; **Sco** - Хлорит-серицит-кварцни шкриљци; **Sab** - Албити-епидот-хлорити-актинолитски шкриљци; **Q** - Кварцити и кварцни конгломерати; **Fab** - Метабазити и филитоиди (старији палеозоик)

Средњеоцењски (тортон) седименти налазе се у подини седимената бракичког сармата. Заступљени су у јужном делу Пожаревачке греде, на северу до речице Крављи До и на Божевачкој коси, на северу до потока Забрега. У литостратиграфском погледу издвојена су два дела: нижи, глиновито-песковити и виши, песковито-кречњачки део серије. Нижи делови садрже и тање слојеве угља (Малешевић, 1980).

Средњи миоцен, као што је наведено, представљен је бракичним творевинама, међу којима су доњи (глиновити делови) стварани за време доњег сармата, а горњи (песковити), делимично и у доњем делу средњег сармата. За време панона дошло је до ослађивања басена и таложења каспибракичних седимената, који леже конкордантно преко сарматске подине. У то време у зони Тополовник-Сираково, створане су плитководне фације са песковима, шљунковима и угљем (ОГК Србије 1:100000).

Панонски седименти, утврђени су на истим локалитетима као и сарматски. Установљени фаунистички подаци показују потпуно развиће панона (доњи, средњи и горњи). Односи са сарматским и понтиским седиментима обележени су постепеним прелазима. Највећи део панонске серије изграђен је од глиновито-песковитих седимената са рејим прослојцима пешчара, код којих се издвајају: доњи, глиновито-песковити и горњи, песковити.

Изнад панона наталожене су творевине доњег плиоцена, односно понта са слојевима угља, које су у северном делу области најзначајније у геолошко-економском погледу. Захваљујући бројним бушотинама начињеним за потребе истраживања резерви угља, са сигурношћу је палеонтолошки документован виши угљоносни *портаферијски* подкат понта (Малешевић, 1980).

За време плиоценске епохе таложени су пантијски и слатководни левантијски седименти, представљени алувијалним шљунком и песком дебљине више десетина метара, који леже дискордантно преко понта и панона. Они учествују у грађи северног дела Пожаревачке греде. У овом периоду, у јужном делу Панонског басена, дошло је до стварања фације приморских тресава у оквиру којих су створене моћне насlage угља. Нешто даље од обале, у литоралним зонама, таложили су се пескови са тањим појавама угља, а даље према северу, дубоководни седименти (алеврити, лапори и глине).

Слатководне левантијске творевине, које леже дискордантно преко панона и понта, представљене су шљунковима и песковима дебљине више десетина метара.

Према литофацијалним одликама седименти имају карактеристике „алувијалних наслага повећане дебљине" или речно-језерских седимената .

Велики део терена заузимају квартарне творевине у оквиру којих су констатовани седименти плиестоценске и холоценске старости. Плеистоцени припадају седименти делувијално-пролувијалног типа, затим седименти виших речних тераса, копненог леса и преталоженог лесоидног материјала (Ракић, 1980).

Холоцену припадају седименти нижих речних тераса, флувијалних (фација корита, фација поводња и мртваја) и падинских секвенци (пролувијални, делувијални и делувијално-пролувијални седименти).

На ширем подручју Костолачког басена налазе се творевине које се, са структурно-тектонског аспекта, могу уврстити у три крупна комплекса: пребасенски, изграђеног од нискометаморфних шкриљаца обликованих у херцинском тектомагматском циклусу, унутар које су створени тзв. структурни низови (хорст Рама и ров Млаве), и постбасенски или дунавски са јединственим флувиоденудационим системом (Ракић, 1980).

За неогену подлогу везана су лежишта техничког грађевинског камена, за контакт подлоге и неогена везана су лежишта нафте и гаса, за неогене, тачније плиоценске, насlage лежишта угља, а за квартар, лежишта тресета, цигларске земље, и грађевинских материјала (шљунка, песка, бранда).

Геолошка грађа Стига установљена на површини и бројним бушотинама сачињеним у циљу проналажења економски исплативих минералних сировина, на првом месту угља, нафте и земног гаса, показује заступљеност палеозојских и кенозојских творевина. Одуство мезозојских формација указује да је обухваћена територија за време ове ере представљала део копнене масе формиране орогеним покретима пре алпске орогенезе, смештене између карпато-балканске геосинклинале на истоку, и динарско-алпске геосинклинале на западу. Према томе, кенозојске седиментне серије неогене и квартарне старости, леже директно на палеозојским геолошким комплексима.

## Палеозоик

Најстарије литостратиграфске јединице на простору Стига припадају палеозојској ери, а представљене су старопалеозојским серијама (вулканогено-сидиментна заједница стена метаморфисана у условима фације зелених шкриљаца), које се фрагментално појављују на крајњем северном и крајњем јужном делу Божевачке косе, док у ослабим деловима обухваћене територије залежу под неогене и квартарне седименте (Петковић, 1933).

У околини Рама, тачније у појасу Рам-Затоње и у непосредној околини села Кусића, на западним падинама Шевца, појављују се кристаласти шкриљци (Sco), метаморфни комплекс, ниског степена метаморфизма (фација зелених шкриљаца,) настао регионално-метаморфном трансформацијом вулканогено-сидиментних стена. На основу утврђених спора сматра да су девонске старости, а постоји могућност да студиознија испитивања потврде претпоставку да су ове стене старије (ОГК Србије 1:10000, лист Бела Црква).

У оквиру серије шкриљаца могу се издвојити две јединице: 1. доња са метабазитима, насталим од базичних магмата (албит-епидот-хлорит-актинолитски шкриљци) и 2. горња серија са метасидиментима (мусковитски, серицит-мусковитски и хлоритски шкриљци), насталим од ситнозрних пешчара, алеврита и глина (Петковић, 1933).

## Метабазити

Метабазичне стене преовлађују на северу Божевачке косе, односно у западном делу рамског кристалина и на крајњем југу ове морфолошке границе између Млаве и Пека, у троуглу Старчево-Кобиље-Кула. Према минералним врстама, које учествују у грађи метабазита издвојени су: а) албит-епидот - хлорит-актинолитски шкриљци; б) хлорит-лискунски те хлорит-епидот-лискун актинолитски шкриљци и в) епидот-амфиболитски; епидот-хлорит-актинолитски и епидот-хлоритски шкриљци (ОГК Србије 1:100000, лист Пожаревац).

### Метабазити и филитоиди (Fab)

Старопалеозојски метабазити и филитоиди (Fab), су најстарије геолошке творевине на подручју Стига уопште, а појављују се између села Куле, Кобиље и Старчева (Карта 3), у чијем средишњем делу је врх Велики бубањ (387 m). То је вулканогено-седиментна асоцијација стена метаморфисаних у условима фације зелених шкриљаца. Старопалеозојски метаседименти су представљени серицитским шкриљцима, серицитским филитима, серицитским кварцитима и мермерисаним кречњацима (ОГК Србије 1:100000, лист Бела Црква).



Карта 3. Најстарије геолошке формације у јужном делу Божевачке косе  
(Преузето са ОГК Србије 1:100000, лист Пожаревац)

Легенда: Sab - Албити-епидот-хлорити-актинолитски шкриљци;  
Q – Кварцити и кварци конгломерати;  
Fab - Метабазити и филитоиди (старији палеозоик);

Серицитски шкриљци и серицитски филити су листасте, микрописажне текстуре и лепидобластичне структуре, које спадају у гранобластичне до гранолепидобластичне стене са делом сачуваном бластопсамитском структуром. У



њиховом саставу се срећу кварц, серицит, хлорит и албит. Њих прате плочасти калцитски мермери реликтно слојевите текстуре и гранобластичне, ређе хетеробластичне структуре (Ракић, М. и др., 1980).

У горњем току Мартиновог потока, изнад метабазита, запажено је смењивање ситнозрних албит-епидот-хлоритских шкриљаца и епидот-албит-хлоритских шкриљаца и кварц-албитсерицитских шкриљаца. На потесу брда Мали бубањ, десном сливном подручју Мартиновог потока, метаморфисане магматске стене су представљене албит-хлорит-актинолитским шкриљцима, метадијабазима, метадијабаз порфирима до метагабровима, који се налазе као већа или мања тела у хлоритским шкриљцима (Малешевић и др, 1980).

### **Кварцити и кварцни конгломерати (Q)**

Кварцити и кварцни конгломерати спадају у вулканогено-седиментне стене утиснуте између метабазита и филитоида (Fab) у подини и киселих метавулканита, метапелита и метапсамита (Sab) у повлати. Јасно се уочавају на југоисточној падини Великог бубња (387 м), односно на левој страни Мартиновог потока (карта 2). Моћности су 15-20 метара. Партије конгломерата смењују нивои кварцита (некадашњи кварцни пешчари), дебљине до једног метра. Текстура им је слојевита и масивна, а састоје се од мономинералних и хетерокластичних зрна и агрегата кварца. У матриксу састављеном од агрегата кварца и серицита, су запажени још апатит, неоалбит, епидот, турмалин, сфен, магнетит и др. (Малешевић, 1980).

### **Кисели метавулканити, метапелити и метапсамити (Sab)**

Изнад кварцита и кварцних конгломерата између Рановца и Манастирице, у паралелној зони правца југозапад-североисток ширине од 5 km (Рановац-Мали бубањ и Манастирица-Зебац) до 3 km (Обреж-Мали бубањ), која захвата слив Витовничке реке до ушћа Мартиновог потока и Бобрешке реке, јављају се метаморфисане вулканогено-седиментне стене представљене кератофирима, кварц-кератофирима и њиховим пирокластитима. Шкриљаве су текстуре, а структуре су бластопорфирске до бластокластичне, са фенокристалима плагиокласа и знатно ређе кварца. Основа стена

састоји се од ситних агрегата албита и кварца међу којима су равномерно распоређене ситне лиске серицита, који се ређе појављује у виду прослојака, и спорадично хлорита (ОГК Србије 1:100000, лист Пожаревац).

Кератофири су поступним прелазима везани са албит-серицитским шкриљцима. Минерални састав и реликтне структуре ових стена указују на чињеницу да су настале као резултат метаморфизма лавичних агрегата и туфа кератофирског и спилит-кератофирског састава.

Хлотир-албитски и албит-серицит-хлоритски шкриљци разликују се од хлорит-албитских шкриљаца, насталих метаморфизмом дијабаза, по томе што у њима преовлађује албит над хлоритом, мањим садржајем епидота, и редовним присуством мањих количина серицита. Метаседименти су представљени метапелитима, којима серицитски и хлорит-серицитски шкриљци са променљивим садржајем кварца, албита, епидота, сфена и циркона. Текстуре су им шкриљаве, а структуре су лепидобластичне до гранобластичне (Малешевић и др., 1980).

#### **Албит-епидот-хлорит-актинолитски шкриљци (Sab)**

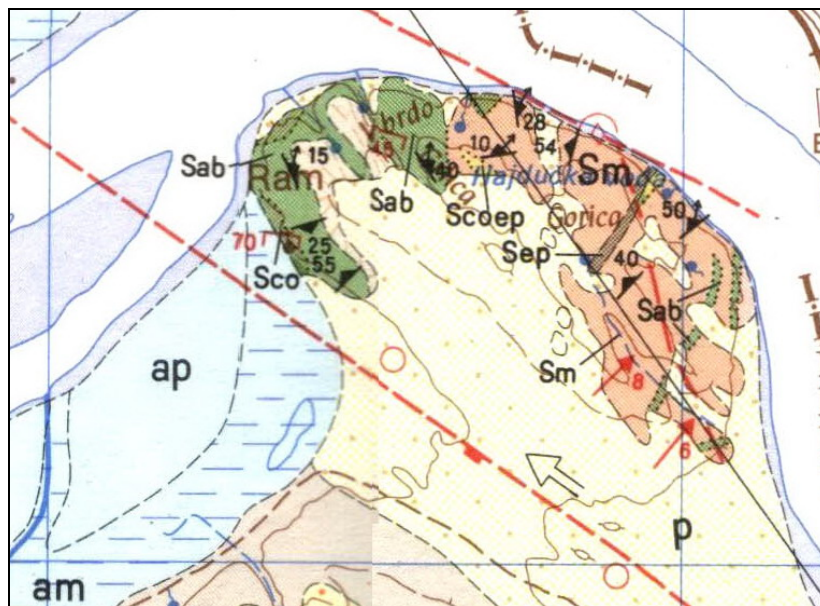
Стене из групе метабазита, насталих метаморфозом магматских стена (дијабаз) и метаседимената, формација које су настале процесом метаморфозе седиментних стена, на крајњем северном делу Божевачке косе, заступљене су у околини Рама и на јужним падинама Грлице. Изграђене су од порфиробласта албита, оријентисаних нематобластичних агрегата актинолита; зрна и агрегата епидотских минерала; љуспастог хлорита, који је прогресивно прешао у биотит; ретког серицита и рудних минерала. Минерални састав карактерише се варирањем заступљености битних састојака, па чак и изостајање појединих минерала (Ракић, 1980).

#### **Хлорит-лискунски и хлорит-епидотлискун-актинолитски шкриљци (Scoer)**

Ови шкриљци спадају у метамофне стене настале процесом метаморфозе од туфова метабазита, који се на јужним падинама Грлице и на обали Дунава североисточно од Горице (Карта 3), јављају у облику мањих сочива паралелних фолијација. Доста су сличне међусобно, а разликују се само према количини кварца,

присуством актинолита и сатиначим сјајем, који је израженији код хлорит-лискунских шкриљаца.

Генерално посматрано, у погледу минералогског састава, не разликују се од осталих метабазичних стена. Карактеришу их листасти агрегати хлорита, зрна и агрегати епидот-ситских минерала, присуство серицита, оријентисани агрегати актинолита и ретки микрокристали кварца (Ракић, 1980).



Карта 4. Најстарије геолошке формације на крајњем северу Божевачке косе  
(ОГК 1:100000, лист Пожаревац)

**Легенда:** Sm - Мусковитски, серицит-мусковитски и хлоритски шкриљци; Sep – Епидотити-амфиболитски, епидотит-хлоритски шкриљци; Scoep – Хлорит-лискунски и хлорит-епидотлискун-актинолитски шкриљци; Sco - Хлорит-серицит-кварци шкриљци; Sab - Албити-епидот-хлорити-актинолитски шкриљци; Fab - Метабазити и филоиди (старији палеозоик)

#### **Епидот-амфиболитски; епидот-хлоритактинолитски и епидот-хлоритски шкриљци (Sep)**

Набројани металитотипови налазе се западно од ТВ релејне станице на Великом брегу, у виду сочива недефинисаних граница у епидот-хлорит-актинолитским шкриљцима, а знатно ређе на источним падинама Горице, где се запажају се као тела конкордантна фолијацији, у оквиру метаседимената. Ови метаморфити воде порекло од метаморфисаних базичних магматских стена док су епидот-хлоритски варијетети постали од метаморфисаних туfoва базита. Епидот-амфиболитски шкриљци који су у

наведеним металотиповима препознатљиви једино под микроскопом, изграђени су од порфиروبласта амфибола и албитисаног и епидотисаног плагиокласа (Ракић, 1980).

## Метаседименти

Генетски припадају метаморфисаним ситнозрним псамитима, псамито-пелитима и глиновито лапоровитим наслагама, и изграђују источни део кристаласог појаса Рам-Затоње. Ови метаседименти представљени су шкриљавим стенама у чијој грађи као битни минерали учествују кварц, бели лискун и хлорит, који процентуално веома варирају у заступљености појединих минералних врста. На поменутој локацији, њихово појављивање карактерише постепени прелаз и литолошка сличност свих чланова. Међутим, ипак на основу процентуалне заступљености минералних парагенеза, могу се издвојити следећи металитотипови: а) мусковитски шкриљци; серицит-мусковитски и хлоритски шкриљци и б) хлорит-серицит-кварцни шкриљци (Ракић, 1980).

### Мусковитски, серицит-мусковитски и хлоритски шкриљци (Sm)

Метаседименти рамског подручја који представљају ситнозрне шкриљаве стене филитичног хабитуса у чији састав, као битни минерали, улазе: кварц (52,6%), бели лискун (23,6%) и хлорит (19,8%), албит (2,4%), и споредни минерали (2,50%). Заступљени су већим бројем варијетета лискунских стена, хлорит-лискунски и лискунско-хлоритски шкриљци су најзаступљенији чланови и представљају основу на овом подручју. Споредни састојци (су: сфен, рудни минерали, циркон, апатит и турмалин. На основу појединих варијетета хлорит-мусковитских шкриљаца, примећује се повећана заступљеност битних састојака, што наводи на закључак да су у питању дубље седиментне фације ситнозрних варијетета истог минералног састава, које су постале од метаморфозом кварцних пешчара (Малешевић, 1980).

Мусковитски шкриљци су ређе стене на овом подручју, а разликују се од других белом бојом. У њиховој грађи учествују кварц и преовлађујући мусковит, док су споредни рудни минерали, апатит и циркон (Ракић, 1980).

Описане метаседиментне и метабазичне стене промењене су накнадним метасоматским процесима манифестованим албитизацијом, тј. вишим нивоима

метаморфног процеса са високим температурама и ниским притиском, и појавом хидротермалних кварцних жица и сочива. У појасу између Рама и Великог брега, све стене су најзаступљеније (Ракић, 1980).

У најмлађе жичне творевине рамског метаморфног комплекса кристалина, спадају хидротермалне кварцне жице, највероватније везане за гранитоидни магматизам (Ракић, 1980).

## Неоген

Језерски седименти испуњавају басен доњег слива Млаве и доминирају у граничних делова стишке области где чине основну гелошку грађу Сопотске греде и Божевачке косе.

Од неогених седимената у Стигу су заступљене творевине миоценске и плиоценске старости. Миоцен је представљен наслагама средњег сармата (горњи миоцен) и панона, које чине подину плиоценским дубоководним и плитководним фацијама (Милетић – Спасић, 1977).

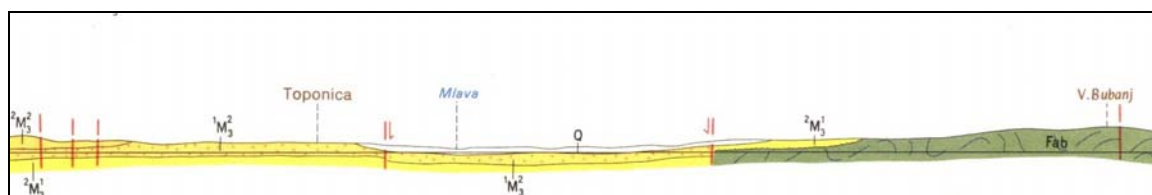
Седименти бракичног горњег миоцена, односно доњег сармата имају велико распрострањење у јужним и источним деловима терена, нарочито у подручју млавског басена и јужних делова Божевачке косе. У Палином потоку леже конкордантно преко тортонских (средњемииоценских) седимената, а у источним деовима су у трансгресивном положају преко старопалеозојских метаморфита. На основу макро и микрофауне утврђени су сви одељци доњег сармата: доњи, средњи и горњи, који се и по литолошком саставу јасно разликују. У оквиру сармата издвојене су две литостратиграфске јединице: а) глиновито-песковита и б) песковито-кречњачка, које би према О. Спајић (1959), одговарале хидробијско-рисиоидним и доње и горње ервилијским слојевима.

У доњем пакету дебљине око 20 m смењују се сивозеленкасте лапоровите глине са сивим песковима. У горњем делу сармата доминирају ситнозрни пескови који се смењују са песковитим глинама, карбонатним пешчарима и песковитим кречњацима, угљевитим глинама и угљем. Процењује се да је укупна дебљина сарматских наслага око 320 m (Блечић и Матић, 2003).

### Средњи сармат

Пескови, слојеви и банци кречњака (а) сарматске старости ( $^2M_3^1$ ), захватају велике површине на обухваћеном простору, а заступљени су у источном делу Стига учествујући у грађи басена Млаве и Божевачке косе. Изграђују више делове сарматских наслага које се карактеришу већим процентом глиновите компоненте у старијим и песковите компоненте у млађим слојевима (Спајић–Милетић, 1959). Флувио-денудационим процесима у постјезерској фази, ови седименти су однети између Куле, Старчева и Кобиља, о чему сведоче ртаста епигенија између Старчева и Црљенца и ивична епигенија код Куле, и где их откривени старопалеозојски метаморфити раздвајају.

Прва партија песковито-кречњачке серије наставља се из области Млаве, средњег слива истоимене реке, и у ширини од преко 5 km, простире се на северозапад све до реке Витовнице. На североистоку, између Старчева, Куле и Кобиља, лежи трансгресивно преко старопалеозојских метатаморфисаних метабазита и филитоида, у којим се местимично јављају и слабо везани базални конгломерати са валутцима од палеозојских метаморфита. Њихова дебљина се од 0,5 до 2 метра.



Прилог 1. Синтетички профил јужног дела Стига (WNW-ESE)

(ОГК Србије 1:100000, лист Пожаревац.)

**Легенда:**  $^2M_3^2$  - Пескови, глиновити пескови и пешчари, песковити лапорци (панон);  $^1M_3^2$  - Песковите глинe, глиновити пескови и глинe (панон);  $^2M_3^1$  - Пескови, слојеви и банци кречњака (сармат); **Fab** - Метабазити и филитоиди (старији палеозоик)

Најпотпуније развиће серије налази се у средишњим деловима области, где чине подину песковитим глинама, глиновитим песковима и глинама (панон) млавског тектонског рова и Сопотске греде (Прилог1).

Од правца Кула – Кобиље, песковитокречњачка серија се наставља ка северу све до поточне долине Загој и села Забрега.

У саставу горњесарматских седимената учествују жути и сиви средњезрни и крупнозрни пескови, који се смењују са песковитоглиновитим алевритима, алеврит-песковима, алевритским песковима, песковитим глинама и песковитим и оолитичним кречњацима. Седименти су таложени у плитководној средини са израженим колебањима нивоа воде. Већа количина амфибола, граната, металичних минерала, а местимично и биотита, указује да материјал потиче углавном из метаморфног, а мање из магматског и седиментног комплекса. Фосилна фауна је веома богата и претежно сконцентрисана у виду тањих слојева и сочива у песковитим седиментима, или пак чине слојевите и банковите лумакеле у вишим деловима серије. Нарочито су бројно заступљени мекушци и фораминифере, као што су: *Ervilia dissita*, *Irus grogarius dissitus*, *Cardium vindobonense*, *Cardium latisulcum*, *Dorsanum duplicatum*, *Cerithium pictum*, *Corithium rubiginosum*, *Mactea vitaliana*, *Gibbula angulata*, затим *Nonion granosum*, *Elphidium haurinum*, *Elphidium macellum*, *Elphidium antoninum*, *Ammania beccarii* и друге. Такође је нађена и фауна остракода: *Cyamocytheridea leptostigma*, *Xestoloboris tumida*, *Aurila notata* и друге карактеристичне за доњи сармат (Милетић – Спасић, 1960) .

У ободним деловима песковито-кречњачке серије, на локалитету Куле, нађена је микрофосилна асоцијација карактеристична за завршне делове волинског потката и доњи део басарабијског потката представљена са: *Miocyprideis janoscheki*, *Protelphidium subgranosum*, *Spirolina pseudostelligera*, *Cyprideis* cf. *pannonica*, *Acciularia michelini* и друге (Ракић, 1980).

Осим фауне, у горњем току потока Вировац, нађена је богата и фосилна флора са најчешћим врстама: *Clyptostrobus europaeus*, *Carya denticulata*, *Juglans acuminata*, *Populus balsamoides*, *Carpinus grandis* и друге, чије смењивање карактерише период доњег сармата. На основу бројних бушотина, утврђено је да дебљина сарматских седимената износи око 300 m (Ракић, 1980).

## Панон

У басену доњег слива Млаве и у грађи Сопотске греде, бушењен је утврђено да изнад претходних седимената, лежи глиновито-песковита серија представљена песковитим глинама, глиновитим песковима и глинама ( $^1M^2_3$ ) горњег миоцена (панон). Јављају се у виду слојева различитих дебљина са поступним прелазима и местимичним бочним исклињавањима (Малешевић и др, 1980).

Изданци панона јављају се дуж Сопотске греде, јужно од Пожаревца, као и на Божевачкој коси. Распрострањен је и на знатно ширем подручју, источно од косточачког угљоносног басена (у ужем смислу), где је покривен горњоплиоценским и квартарним наслагама. Творевине панона се често називају и „доњеконгеријски слојеви“, а према налазима Оливере Милетић - Спасић (1959), могу се разликовати доњи, средњи и виши делови, који одговарају слојевима са *Congeria ornithopsis*, *C. partschi* и *S. subglobosa*. Панон лежи конкордантно изнад средњег и доњег сармата и испод понтиских и других млађих наслага. Укупна моћност му је око 350 m.

Изнад ових седимената леже дебеле насlage песковитих и алевритских глина откривених у атару Четережа (Сопотска греда), у којима су поред других представника језерске, горњемиоценске средине, констатовани и *Congeria ornithopsis*, *Hemicytheria tenuistriata*, *H. lörenthoyi*, *Cypridois panonica*, *C. sulcata* и *C. hetrostigma* (Малешевић и др., 1980).

Према М. Ракићу (1980), на потесу Кумане – Сираково, простиру се панонски седименти, који леже „конкордантно преко сармата а испод понтиских и других млађих наслага“.

У оквиру панонских наслага могуће је разликовати две фације – плитководну и фацију дубљих вода. Седименти дубљих вода састоје се од глина и лапора у смењивању са алевритичним песковима и танким прослојцима ситнозрног пешчара са карбонатним везивом. Представљени су плитководном фацијом у којој преовлађују пескови са којима се интерстратификују алеврити, а сасвим ретко шљункови, глине и угаљ (Ракић, 1980).

Песковита серија представљена песковима, глиновитим песковима и пешчарима и песковитим лапорцима ( $^2M^2_3$ ), потпуно доминира у грађи Сопотске греде од југа па све до суве долине безименог потока на потесу Бресје, којим пролази асфалтни пут



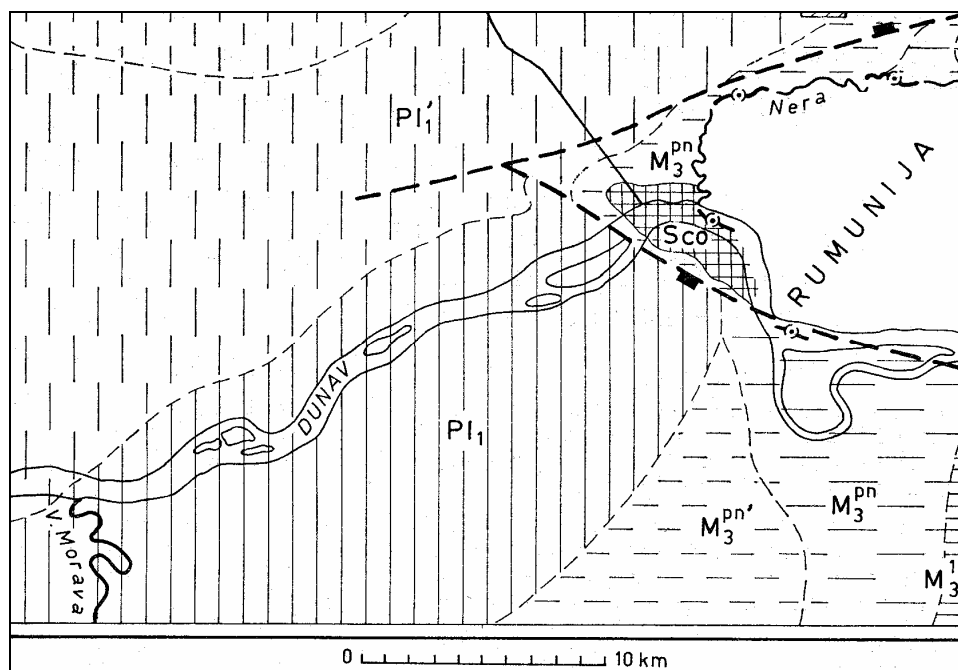
Пожаревац-Петровац, као и у грађи Божевачке косе, од Витовничке реке на југу, до линије Берање-Печаница, на северу, лежећи директно на средњесарматским седиментима. У саставу серије учествују жути и сиви пескови, алевритски пескови, алевритски глиновити пескови и прослојци глиновитих алевролита и крупнозрних кварцних пескова и песковитих лапораца. У завршним деловима серије налазе се и тањи слојеви угља. Дебљина серије износи око 200 m (ОГК Србије 1:100000, лист Пожаревац).

У стратиграфском погледу серија припада горњем панону, а карактерише се веома богатом фосилном фауном, код које доминирају конгерије, меланопсиси и остракоде, док су лимнокардиди и други пужеви ређи. У јужном делу Сопотске греде констатоване су следеће врсте: *Congerina subglobosa*, *C. subglobosa mlavica*, *C. praebalatonica*, *C. cf. paučići*, *Melanopsis vindobonensis*, *M. fossilis*, *M. rudis*, *Limnocardium trifkovići*, *Brotia oscheri*, *Candona multipora*, *C. annce*, *C. hodonensis*, *Eucypris auriculata*, *Loxoconcha granifera*, *L. colubarae* и др. (Малешевић и др., 1980).

### Понт

Понт се на ОГК Југославије 1:100.000, и у одговарајућим тумачима тертира као доњи плиоцен (P<sub>1</sub>), међутим, према новим схватањима понт припада завршном делу горњег миоцена. Понт се дели на два подката – доњи - новоросијски и горњи - портаферијски. Сматра се да су на обухваћеном подручју заступљена оба подката јер је прелаз између панонских и понтиских наслага конкордантан.

Творевине понта откривене су на источној страни Сопотске греде од потеса Бресје, тачније од долинице безименог потока којом пролази асфалтни пут Петровац-Пожаревац, до крајњег севера овог морфоструктурног облика. Изнад изохипсе од 150 m, прекривају их лесоидне творевине, док у алувијалној равни Млаве, представљају подину речним наносима квартарне старости. Испод панонских седимената Сопотске греде и басена Млаве, леже панонске, средњесарматске насlage песка, банковити и танкослојни кречњаци, из којих се постепено и развијају.



Прилог 2. Прегледна карта распрострањења неогених седимената у ширем подручју Костолаца – испод горњоплиоценских и квартарних наслага (Ракић, 1980)

**Легенда:**  $Pl_1$  - понт, “средишња” фација;  $Pl_1'$  - понт, “подунавска” фација;  $Pl$  - понт, “костолачка” фација;

$M_3^{pn'}$  : панон, седименти дубљих вода;  $M_3^{pn}$  : панон, плитководне фације;  $M_3^1$  : сармат;

$Sco$ : фундамент неогена ( по старој подели).

Основни састав понта чине: пескови, песковите и угљевите глине, ретких прослојака пешчара и угљева. Најзаступљенији су средњезрни и ситнозрни, лискуновити, сиво-жути пескови који се јављају и у сетовима од неколико десетина метара дебљине.

На локалитетима где се понт не појављује на површини терена, преко њега леже горњоплиоценске и квартарне насlage. Фаунистички налази, укључујући конгерије (*Congerina cf. zagrebiensis*, *C. triangularis*), по којима се творевине горњег понта третирају као “горњоконгеријски слојеви”, затим лимнокардије (*Limnocardium zagrebiensis*, *L. cf. Žujović* и др.), вивипаре и други фосилни представници бројних родова и врста – указују на каспибракичне творевине горњег понта, настале у ослађеном Паномском басену (Малешевић, 1980).

Према Степановићу (1951), у оквиру понта могуће је издвојити: приобалску (костолачку) фацију, литоралне насlage (подунавску фацију) и седименте дубљих вода (средишњу фацију). У оквиру Костолачког басена развијена је приобалска – костолачка

фација, док су остале две фације распрострањене северније – на банатској страни Дунава. Ови седименти представљају подинску серију главном, трећем угљеном слоју „костолачке продуктивне серије” (Блечић и Матић, 2003).

Дебљина понтијских наслага износи 250—300 m.

**Костолачка фација** изграђује терен између рамског кристалина и Велике Мораве, као и појас непосредно уз леву обалу Дунава. Основна карактеристика ове фације је присуство алувијалних седимената са слатководном фауном (*Unio*, *Anodonta*, *Vivipara*), који се смењују са каспибракичним слојевима уз дебеле насlage угља. У геолошкој грађи ове фације учествују пескови (прашинасти и ситнозрни), прашине (ређе лапоровите), песковите и угљевите глине и угаљ. У источном делу басена преовлађују песковито–прашинасти слојеви, а на Сопотској греди, глиновито–песковити седименти (Долић, 1961).

У оквиру понтијских наслага на картама крупнијих размера, профилима и лито-стратиграфским стубовима, као и у текстовима елабората и студија, геолози Костолца (С. Милошевић, Р. Милетић, В. Поповић и др.) понт деле на два дела:

– доњи понт ( $^1 M_3^2$ ) – представљени зелено–плавим глинама и песковима разних гранулација, дебљине до 150 m и

– горњи понт ( $^2 M_3^2$ ) – који обухвата продуктивну серију од почетка регресивног дела циклуса, односно од III хоризонта (угљеног слоја).

У оквиру горњег понта издвајају се два дела: доњи део – који обухвата горњопонтиску серију од подине III угљеног слоја до подине I (повлатног угљеног слоја) укључујући и II (средњи угљени слој) и горњи део – који обухвата I угљени слој и целу његову повлату. Укупна дебљина горње понтијских наслага је до 150 m (Блечић и Матић, 2003).

Пескови и глине понтијског ката отривени су у зони „кличевачке серије“, односно у североисточном делу Стига, у долиници потока који протиче кроз Речицу.

Преко понтијске подине, а испод доњоплиоценских наслага „кличевачке серије“, леже дискордантно горњопалудински слојеви левантијског ката (Ракић, 1980).

## Квартар

Квартарне наслаге знатног пространства и дебљине налазе се, осим у алувијалној равни Млаве, на Сопотској греди и на Божевачкој коси. На основу палеонтолошких података и суперпозиционих односа у квартару су издвојене два одељка: нижи, који припада плеистоцену и виши који је формиран за време холоцена.

### Плеистоцен

У оквиру наслага плеистоценске старости издвајају се:

- „кличевачка серија“ (**dpr**);
- лесна тераса висине 25–35 m (**lt**);
- барски алеврити и пескови (**ob**)
- еолски лесоидни пескови (**lp**);
- лес (**l**) и
- алувијална тераса дебљине 7–12 m (**t<sub>1</sub>**) са 2 фације:
  - фација корита (шљунковито-песковити седименти);
  - фација поводња (алевритски песак и песаки).

**Пролувијално-делувијални седименти, шљункови, пескови, алеврити и бигар** (**dpr**), изграђују „кличевачку серију“, која се јасно издваја како од старијих неогених тако и од млађих квартарних наслага. У овим наслагама налазе се сочива илувијалних суглина типа „*terra rosa*“ и хоризонти крупних кречњачких конкреција. Мањим делом седименти су депоновани у субакватичној средини а већим, на брдским падинама различитог нагиба, у виду полигенетских застора (Ракић, 1980).

Субакватични седименти, који су откривени у најдубљим ерозионим усецима у атарима Речице и Кличевца, и представљени су мрким гвожђевитим песковима са сочивима шљуњкова и алевритима у којима је констатована мешовита водено-копнена фауна (*Pisidium amnicum*, *Planorbis* sp., *Unio* sp., *Clausilia* sp. и др.) и остракоде.

Њихово порекло каузално је везано за карпатску подгорину и процесе спирања у зони флексуре између некадашње централне равни левантиског језера и његове обале (Ласкарев, 19519).

Ј. Марковић – Марјановић (1951), заобљеност материјала, сочивасти распоред, гранулометријске карактеристике и литофацијални односи унутар серије, третира као лес. Међутим, томе противурече појаве шљунка, сочивасти распоред, гранулометријске карактеристике и литофацијални односи.

**Кличевачка серија (dpr)** названа по селу Кличевцу, откривена је на истоку Костолачког угљоносног басена, као и у околини Царевца, Тополовника, Бискупља, Сиракова, Речице и тд. Лежи дискордантно преко различитих неогених чланова, а испод формације леса. Границе према подини и повлати су неравне, у виду благо заталасаних површи.

У атарима села Речице и Кличевца, (откривени у најдубљим ерозионим усецима), нађен је и мрки гвожђевити песак са сочивима шљунка и алеврита и мешовитом копнено-воденом фауном, што указује да су депоновани у субакватичној средини.

Дебљина кличевачке серије износи око 90 m (Малешевић 1980).

Према Ракићу (1980), старост костолачке серије одређена је на основу асоцијације бројних врста макрофауне, међу којом су одређене врсте: *Trichia sericea*, *T. striolata*, *Pomatias elegans*, *Iphigenia ventricosa*, *Lacinaria biplicata*, *Acicula sf. diluviana*, *A. Banatica*, *Succinea oblonga*, *S. oblonga elongata*, *Clausillia dubia*, *Vallonia costita*, *Orcula dolium*, *Vitrea contracta*, *Punctum pygmaeum*, *Daudebaridia Sossi*, *D. transilvanica*, *Carichium minimum*, *Aegopinela nitidula*, која представља први налазак доњоплеистоценске терестичке фауне у Србији. Потврђена је остацима ситних глодара, који су на овој територији пронађени у потоку Помрлово јужно од Кличевца, из времена плиоцен-миндел-рис.

Пролувијално-делувијални седименти, шљункови, пескови, алеврити и бигар, јављају се и у једном ужем појасу на северозападној падини Великог брда (283 m).

„Кличевачка серија“ садржи и бројне ерозионе канале формиране у подини изграђеној од седимената делтног циклуса. Облици канала, њихова нагнутост, као и

појава косе ламинације, упућују на југ-југозападни смер палеотранспорта. Дебљина пролувијалних седимената, еквивалентна «кличевачке серије», је променљива и износи од 1 до 6-7 m (Ракић, 1980).

Изнад пролувијалних седимената „кличевачке серије“, а испод леса (лесоида), лежи један пакет дебео од 1-2 m, глиновито-песковитих стена нејасне генезе. Подсећају на делувилалне седименте, а местимично и на седименте стваране у воденој средини, односно на наслаге које су означаване као „*барски лес*“. Најчешће су то заглињени ситнозрни пескови, понекад алеврити са прослојцима крупнозрнијих и средњезрнијих пескова. Граница према лесу (лесоиду) је често маркирана обиљем конкреција калцијум карбоната (*лесних луткица*). Изузетно ретко, конкреције се налазе и у овом делувилално барском материјалу (Ракић, 1980).

Лесне, тачније лесоидне, наслаге на подручју површинског копа „Дрмно“ леже преко подлесних делувилалних и пролувијалних творевина. Реч је о једном мањем делу пространог лесоидног покрива распрострањеног јужно од Дунава. Лесоидне стене су представљене псамитима и алевритима са три илувијална хоризонта који одговарају погребеним земљама. С обзиром да су ове стене изграђене од прашинасте формације са доста мусковита, пре би одговарале лесоиду него лесу (Ракић, 1980). Врло често се у лесоидним пакетима срећу конкреције калцијум карбоната (*лесне луткице*) различите величине, које понекад образују континуиране хоризонте, нарочито у нижим деловима стуба лесоидних седимената (на контакту са подлесоидним творевинама). Стиче се утисак да је пакет лесоидних наслага благо ( $2-3^\circ$ ) нагнут према северу (Ракић, 1980).

Већи део лесоидних стена северно и западно, по ободу површинског копа, покривен је делувијем. Он се од лесоида, од којег је настао, разликује по боји и литологији. Углавном је тамнији од леса (тамно смеђе боје), а у њему има и шљунковито-песковитог материјала, што све упућује на механичко разарање и планарно спирање лесоидног материјала.

Квартарне творевине представљене су шљунковима, песковима, местимично глинама и лесом. Дебљина ових наслага се креће од 0,5 m, до 59,5 m просечно 22,96 m. Просечне дебљине појединих литолошких чланова су следеће: шљунак 7,46 m; песковите глине 4,54 m; песак 4,20 m и лес и лесоидне глине 12,71 m (Ракић, 1980).

*Лесна тераса релативне висине 25–35 m (It)* очувана је на десној страни долине Млаве у зони ширине 3-6 km, од линије Виминацијум-Кличевац на северу, до реке Витовнице на југу. У литолошком погледу, разликују се нижи и виши део терасе. Нижи, старији део терасе, по Ракићу (1980) је највероватније формиран за време миндел–риса, а установљен је истражним бушењима у Костолачком угљоносном басену, и откривен накнадно у јаловинским етажама радовима при уклањању откривке изнад лигнита. Шљунковито-песковити седимената одговарају модификованој фацији речног корита.

Млађи део и површ терасе, са доловима и усецима, изграђују: лес, односно песак, алевритски песак и песковито-глиновити алеврити лесоидног карактера, а седименти се јављају у виду два до три нивоа леса раздвојених хумусним зонама. Утврђена фауна степског карактера у њима, указује на чињеницу да се формирање обавило у Рису и Вирму.

Лесна тераса између Црљенца и Калишта на југу и Бубушинца и Бара на северу, углавном има добро изражени одсек висине од 4 до 8 метара. Терасна раван је широка од 4 до 8 км и благо нагнута низ долину Млаве. Дисецирана је десним притокама Млаве и покривена лесом. На топографској површини, у подручју Трњана и Касидола, хидрохемијским процесима образоване су мање лесне вртаче. У дну терасног одсека налазе се песковити шљункови и песковите, компактне алевритске глине изнад којих су средњезрни алеврит пескови и песковитоглиновити алеврити.

*Лес (I)* у Стигу се јавља источно од Млаве, где прекрива долинску раван, као и на Сопотској греди. Источна зона почиње заступљена је између Виминацијума на западу и Кличевца на истоку, дужине око 5 km.

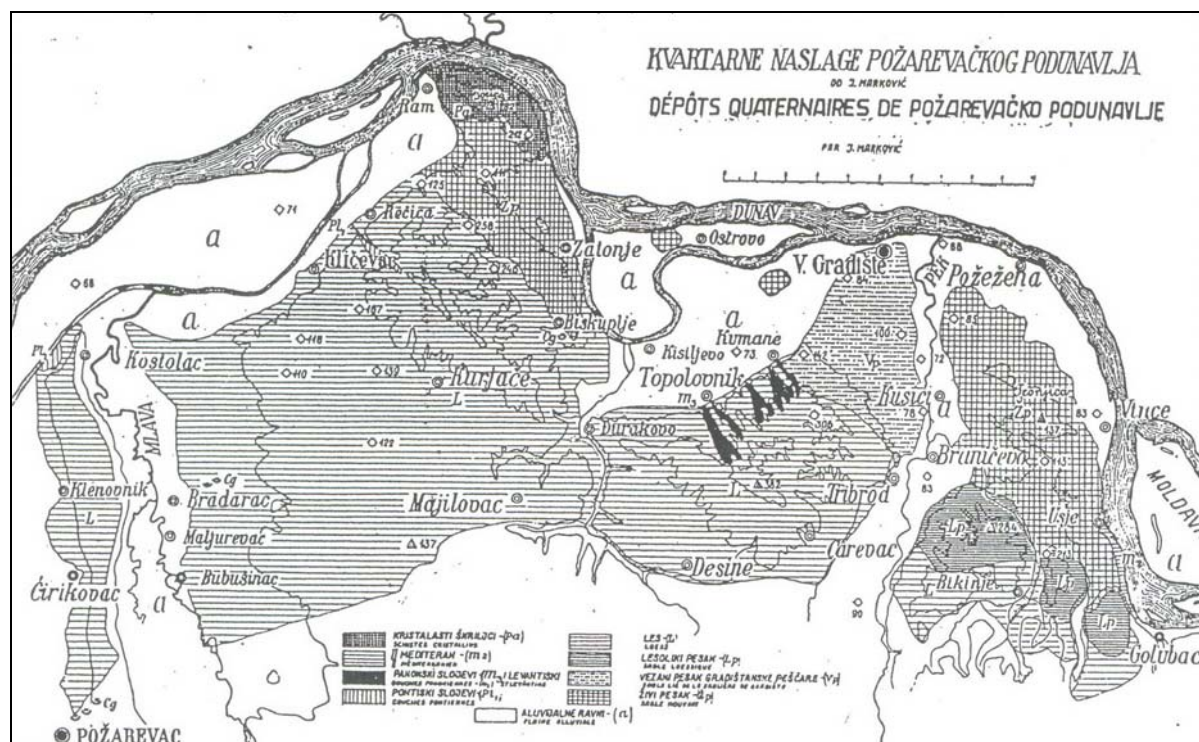


Слика 1. Лесни одсек изнад Кличевца ( Фото: М. Степановић, 2007)

Према југ-југоистоку лесна зона постепено се шири и на правцу Мајиловац – Брадарац, достигла ширину од око 10 km. На западу је прекривен делувијалним материјалом. Даље према југу, веома је дисецирана флувиоденудационим процесима потока који са Божевачке косе теку ка Млави на западу, и Пеку на истоку. Од Сираковачког потока окружен је панонским седиментима, а завршава се на југу код Шапинана (Степановић, 2007).

Лесоидни седименти изграђују површински слој терена променљиве дебљине од неколико метара до 20 па чак и 30 m.

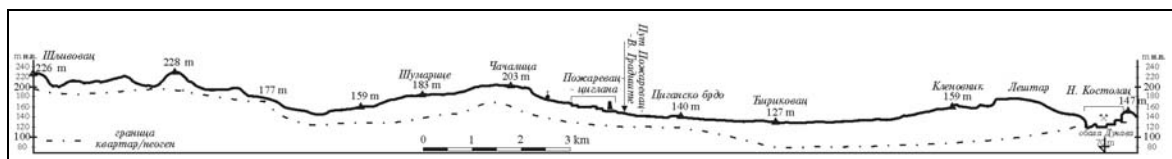
Лес на Сопотској греди учествује у грађи највиших делова ове морфоструктурне целине од Старог Костолца на северу, до Шљивовачког потока на југу, у дужини од око 21,4 km. Највећу ширину, у правцу исток-запад, лесни покривач достиже на локалитету Челине – 2,2 km, а најмања код Ћириковца, само 200 m. Површина лесног покривача на овом потесу Сопотске греде износи 18,37 km<sup>2</sup> и представља крајњи западни огранак лесног комплекса који се према Ј. Марковић-Марјановић (1951) пружа на исток до Пека.



Карта 5. Квартарне наслаге пожаревачког Подунавља  
(Марковић-Марјановић, 1951)



Висински положај леса у складу је са морфологијом гребде. Највећа надморска висина јавља се у крајњем јужном делу, где између села Пругова и Крављег дола достиже максималних 228 m. Према северу гребде се снижава па се лесни седименти од локалитета Циганско брдо, на северној периферији Пожаревца, спуштају до изохипсе од 120 m.



Прилог 5. Топографски профил Нови Костолац – кота 226 m изнад  
(Јовановић, 2006)

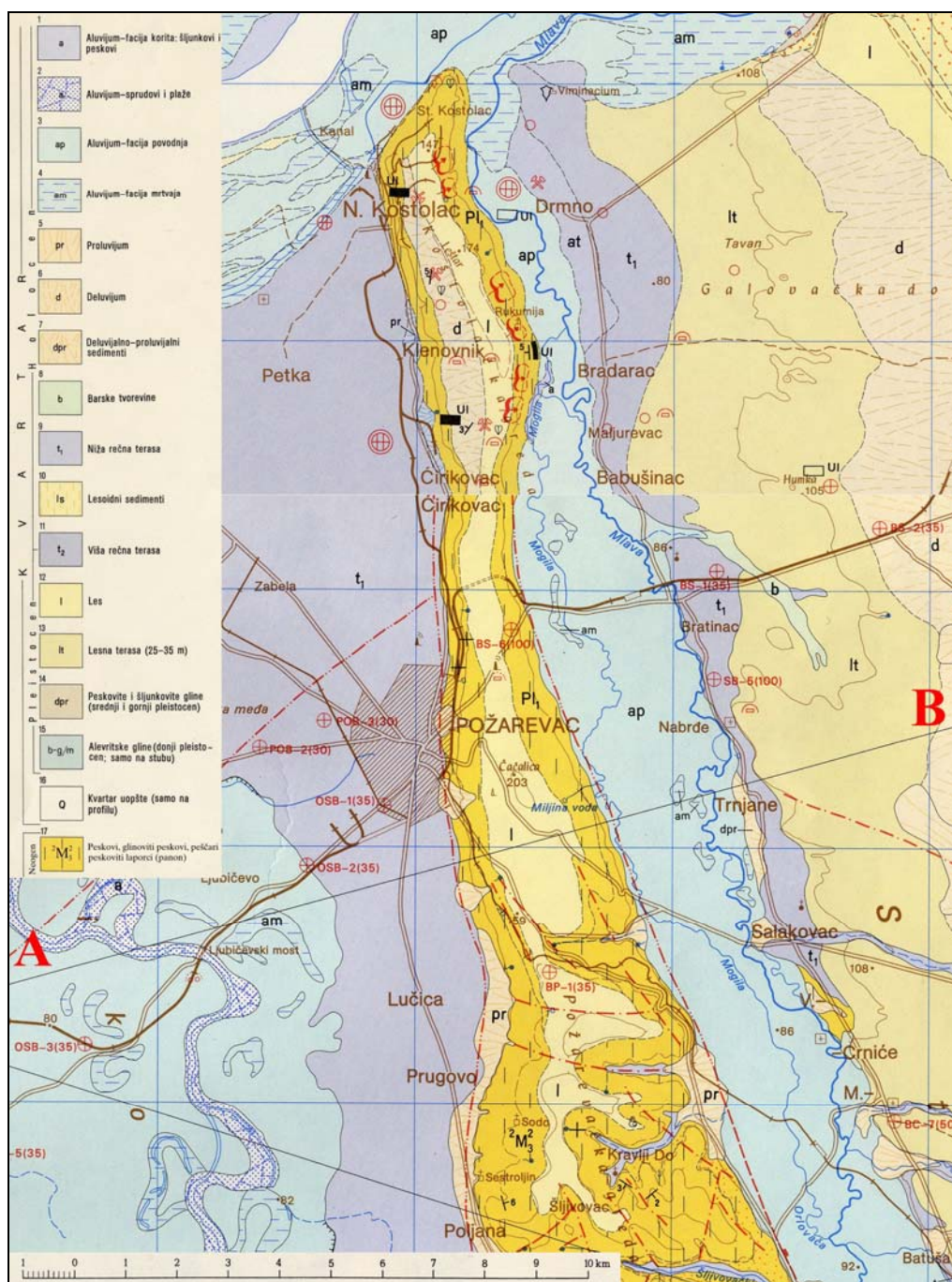
У најужем делу, код Тириковца, висина гребде је најмања и износи 127 m, затим благо расте до 174 m на локалитету Лештар, између Дрмна и Новог Костолаца, а потом се спушта до 147 m на крајњем северном изданку лесног покривача (Јовановић, 2006). Од севера према југу, лесни покривач слабо је дисециран јер на источној и западној страни гребде не постоје водотокови све до потеса Бресје. Лесне насlage јужно од Бресје веома су дисециране и однете флувиоденудационим процесима, претежно потока који се уливају у Млаву као њене леве притоке.

Најбоље откривени профили налазе се на Сопотској греди између Пожаревца и Тириковца. На откопима четири циглане на греди, где су најбоље откривени профили лесно-палеоземљишних секвенци, утврђено је присуство *два лесна нивоа и једна бледо црвена погребена земља* (Марковић-Марјановић, 1951), односно *пет лесних складава*, растављених са *четири фосилна земљишта* (Димитријевић и Кнежевић, 1993).

Према фосилним остацима степске фауне прашина је наношена ветром и депонована за време последње две глацијације (у Рису и Вирму). Серија лежи преко подине различитог састава и састоји се од *3-4 лесна хоризонта* раздвојена хоризонтима погребене земље. У ободним деловима серије запажају се и делувилални варијетети са шљунковитим детритусом, чији састав указује на преталожавање услед процеса спирања (Малешевић, 1980).

Седименти леса поред остатака *Elephas-a. primigenius-a* садрже и гастероподску фауну представљену хладнијим формама: *Chondrula tridens*, *Succinea oblonga*, *Orcula*

*dolium*, *Pupilla muscorum*, *P. triplicata* и др. на основу којих се може тврдити да је лес стваран за време горњег плеистоцена.



Карта 6. Заступљеност леса на Сопотској греди  
(ОГК Србије 1:100.000, секције Пожаревац и Бела Црква)

Према Ј. Марковић-Марјановић (1951), рецентно земљиште нешто дубљег профила (3,6 m) налази се на апсолутној висини од око 140 m. Испод 50 cm кестењастог хумуса депоновано је 160 cm жутог леса са кротовинама пречника 10 cm. Прво *фосилно земљиште* дебљине 60 cm је бледоцрвене боје, а други кестењаста лес дебљине 60 cm. Профил се завршава делимично маскираним фосилним земљиштем.

Димитријевић и Кнежевић (1993) дају нешто детаљнији опис лесно-палеоземљишних секвенци отркивених на последњој, 13. етажи угљенокопа код Тириковца.

Лесно-палеоземљишне секвенце су овде отворене све до границе према понтитским седиментима преко којих дискордантно леже. Укупна моћност квартарних седимената је око 9,15 m и представљени су са *три хоризонта леса* који *раздвајају два фосилна земљишта*.

Савремено земљиште дебљине око 40 cm местимично је формирано у савременим лесним вртачама. Најмлађи лесни хоризонт је дебљине око 220 cm, испод којег је образовано око 150 cm моћно палеоземљиште. Нижи лесни склад је дебљине око 140 cm и належе на палеоземљиште моћности 90 cm, у чијем дну су присутне карбонатне конкреције. Најстарији лесни хоризонт, дебљине око 125 cm лежи преко 150 cm дебелог слоја смеђе-сивог алеврита, који су окарактерисани као елувијално-делувијално-еолска творевина (Марковић-Марјановић, 1951).

Димитријевић и Кнежевић (1993), у зони копова уочавају *пет лесних складава*, растављених са *четири фосилна земљишта* (Димитријевић и Кнежевић, 1993).

У протеклих дванаест година, интензивним радовима на експлоатацији угља, пробијена је описана лесна пречага, тако да се сада на површини копа уочавају тек око 4-5 m дебели лесно-палеоземљишни седименти.

Марковић-Марјановић (1951) је на четвртој етажи дневног копа у Новом Костолцу описала 5,5 m моћну лесно-палеоземљишну серију која лежи преко 34 m дебелих понтитских седимената.

Савремено земљиште, дебљине око 40 cm, почиње на 120 m апсолутне висине и лежи преко 200 cm моћног лесног хоризонта, са кротовинама и хумусним инфилтрацијама. Кестењасто фосилно земљиште, дебљине 60 cm, слично рецентном, је образовано на 200 cm моћном лесном складу, који има карактеристике барске

творевине, сиво-окер боје и без уочљиве малакофауне. У подини профила се налази 50 cm плаво-окер слојевите глине, такође без фосила.

На два мала усека копа Стари Костолац, уочена су два профила леса, један дебљине око 2 m, а други 3-4 m, али без фосилних земљишта и малакофауне (Марковић-Марјановић, 1951).


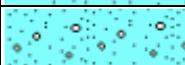
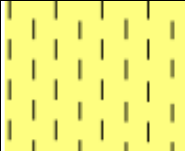



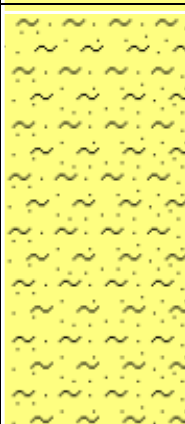
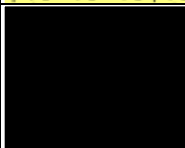
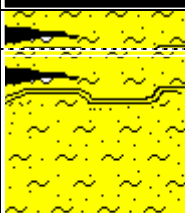
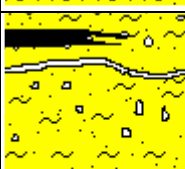
На потесу између Кличевца и Речице лес прати обалу старог Дунавца све до Мајура испред Рама, и даље се веже са лесом на левој обали Пека.

За разлику од леса на Сопотској греди, ова геолошка творевина на северу стишке равнице, према Ј. Марковић-Марјановић, (1951), а на основу анализарана три профила (Клепечка, Дубоки До и Кличевац), не лежи преко плиоценских језерских седимената, већ преко квартарних шљункова и пескова флувијалног порекла.

Најмоћнији профил код Кличевца аутор је посебно анализирао и документовао сопствена сазнања израђеним синтетичким профилем.

На површини је хумусни слој дебљине 0-0,50 m, испод њега је први компактан лесни хоризонт жуте боје 0,50–1,50 m, следи прва погребена земља 1,50 – 2,50 m, други лесни хоризонт 2,50 – 8,50 m, друга погребена земља, чијим подножјем води пут према Дрмну, трећи лес 9,10 – 18,10 m, трећа, бледо-црвена погребена земља, четврти лес, а испод њега слојевити крупан шљунак дебљине 27,66 – 29,66 m. Дакле, дебљина представљеног профила код Кличевца износи око 30 m, а састоји се од четири „типична“ лесна хоризонта и три погребене земље.

Констатација да лесне наслаге око Кличевца, као „и у кањонским усецима званим „кропак“ (прокоп), не леже преко језерских седимената“ (Марковић-Марјановић, 1951, 22), не одговара чињеничном стању. Наиме, у кориту Речичког потока флувијална ерозија открила је на дужи од око 1 km, доњоплиоценске, односно понтске језерске седименте (Карта 1). Сматрамо да аутор није установила плиоценске наслаге у подини леса због „покривене подлоге обрушеним материјалом... Овај потпун лесни профил, који обухвата девет различитих слојева, показује да на овом месту еолска акумулација није вршена на стрмој падини брега велике апсолутне висине. Напротив, овде је таложење морало бити вршено у рељефној депресији, где се је и могло сачувати током времена од дефлације и спирања“ (Марковић-Марјановић, 1951, 24).

СТАРОСТ			ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ	ДЕБЉИНА (m)	ЛИТОЛОШКИ ОПИС
КЕНОЗОИК	КВАРТАР	ХОЛОЦЕН		0,1 – 43,5	Сиви песак и шљунак различите гранулације
				0,3 – 34,9	
		ПЛЕЙСТОЦЕН		0,3 – 45,9	Лес еолског и барског порекла са лесоидним глинама
	ТЕРЦИЈАР	Роман		do 120	Шљунак, песак, глине и алеврит
		ГОРЊИ ПОНТ		0,7 – 56,3	Песак и глине
				0,1 – 11,2	II угљени слој Угаљ са прослојцима угљевите глине
				0,1 – 125,6	Песак разних гранулација и глине
				0,2 – 40,9	III угљени слој Угаљ са прослојцима угљевите глине, глине, глиновитог песка
				>150	Песак и глине са прослојцима угља
		ПАНОН		>200	Глине, лапорци, пескови, алеврити и шљункови, угљевите глине и угаљ

Прилог 6. Литолошки стуб терцијарних седимената на простору Кличевца  
(ОГК Србије 1:100.000, секција Пожаревац)

Структура леса свуда је иста. Карактерише се глиновитим хабитусом и хомогеним саставом без видљиве слојевитости, мркожуте боје са великим присуством карбонатних конкреција и вертикалних цевчица од вегетације. Нижи делови лесних нивоа више су глиновити и у њима су ситније конкреције са честим карбонатним мицелијама. Виши делови су песковити и садрже крупне карбонатне конкреције.

Слојеве погребене земље представљају црвенкасте суглине које се структурно не разликују од леса. То су глиновито-песковити алевролити са повећаним садржајем глиновите компоненте и малим процентом калцијум карбоната (до 3%). Минерални састав погребне земље и леса је веома сличан. Утврђена је иста минерална асоцијација у којој преовлађују гранати, епидот и амфиболи, док су металични минерали мало заступљени.

Дебљина леса је различита и креће се од 4 до 10 m.

*Алувијална тераса релативне висине 7–12 m ( $t_1$ )* регистрована је источно од Млаве. Почиње у виду клина код Малог Црнића на југу, шири се према северу, и завршава се изнад старог Дунавца. Теме јој је слабо дисецирано, а најшире је између Сираковачког дола и Брадарца, где достиже око 1,5 km. Одсек висине 3-7 m је на великој дужини редукован накнадним процесима. Доњи део развијен је у фацији корита, а горњи у фацији поводња. Фација корита представљена је средњезрним и крупнозрним шљунковима и песковима дебљине 4-8 m. Фацију поводња изграђују алевритски песак и песак, са копнено-барском фосилном фауном у доњем делу и копненом гастроподском у горњем делу. Према релативној висини, фосилној фауни, положају и грађи, описане наслаге одговарају седиментима тзв. *варошке терасе*, за коју се претпоставља да је стварана у вирму.

Дебљине картираних (литостратиграфских) јединица плеистоцена, у потпуном развићу и очуваности су: „кличевачка серија“ 70 m, лесна тераса 65 m, барски алеврити и песак 20 m, еолски лесовидни песак 80-100 m, лес 100 m и нижа алувијална тераса 7–12 m (Ракић, 1980).

*Барске творевине (b)* се јављају у виду мањих површина, на ободу алувијалних равни, у подручјима чеоних делова пролувијалних конуса и терасних одсека ниже речне

терасе, где се још увек депонују. Констатоване су на ободу витовничке плавине и у горњем делу алувијалне равни реке код Брадарца.

То су ситнозрни седименти, алевритско-глиновитог састава са доста органских остатака.

*Делувијално-пролувијални седименти (dpr)* констатовани су само на неколико места на ободу басена Млаве. Највеће пространство заузимају на југоисточној страни велике плавине реке Витовнице, на благој коси Кременац, и источно од Великог села. Леже дискордантно преко старијих стена, а прекривају их копнени лес, лесоидни седименти и речне терасе. У морфогенетском погледу, седименти овог локалитета су творевине јасно изражене плавине највеће десне притоке Млаве у Стигу, која у влажнијим деловима године има бујични карактер (Стевановић, 1951).

У геолошком саставу делувијално-пролувијалних седимената преовлађују пескови, суглине, алеврит-пескови, песковито-глиновити алеврити и шљункови. Распоред и процентуално учешће појединих чланова на уздужном профилу плавинског конуса, показује да у ободним и средишњим деловима преовлађују крупнозрни седименти са изразито слабиим сортирањем и неправилном, косом и сочивастом стратификацијом. У периферним деловима су веома ситни седименти суглина и алеврита са спорадичним појављивањем сочиваца ситнозрних шљункова, пескова или валутака кварца. У подручјима где су седименти богатији прашинастом компонентом, задобијају лесоидни изглед, па се веома тешко и разликују од леса и лесоидних седимената у повлати. Максимална дебљина седимената износи од 25 до 30 метара (Малешевић, и др., 1980).

### **Холоцен**

У оквиру наслага холоценске старости издвајају се:

- делувијум (**d**);
- пролувијум (**pr**);
- алувијална тераса (**at**);
- алувијум (**a**) и
- фација старача (**am**);
- фација поводња (**ap**) и
- фација корита (**a**).

*Делувијум (d)* је најчешће стваран на благим брдским падинама изграђеним од неогених и старијих квартарних наслага. Већи делувијални застори запажени су на западним падинама Сопотске греде у зони Костолац-Ћириковац, као и у знатно широј и дужој зони западно од Кличевца, Сиракова, Касидола и Смољинца. У његовом саставу преовлађују алеврити и песак лесоидног хабитуса, са шљунком у виду детритуса и појединачних фрагмената.

*Пролувијум (pr)* је заступљен на ободним деловима Млаве у облику читавог низа плавинских конуса, који често на ушћима потока образују сложене плавинске засторе, дужине и до неколико километара.

Знатну дебљину и пространство имају на ушћу Витовнице у Млаву. Конуси су састављени од слабо заобљених, несортираних шљункова, пескова и глина. Имају изразиту неправилну вертикалну и хоризонталну стратификацију материјала. У корену конуса преовлађује шљунковита фракција, а на периферним деловима ситнозрнији глиновитопесковити седименти са ређим валутцима шљунка.

*Алувијална тераса (at)* релативне висине 3-5 m, изграђена је од алеврита и песка, а очувана је између Млаве и Дрмна. Одсек висине 2-4 m често је редукован.

*Фација мртваја (am)* настала је у условима врло честих промена Млаве, услед чега су се образовале бројне мртваје или стараче. Седименти су врло ситнозрни, а преовлађују алеврити, алевритске глине и глиновити алевритски песак. Поједине мртваје су у изумирању и налазе се у фази замочваравања.

*Поводањску фацију (ap)* изграђују глиновити пескови и алевритске глине, а јављају се у алувијалној равни Млаве и њених притока. Седименти су нејасно стратификовани и слабо сортирани. Према минералном саставу глине припадају хидролискунско-хлоритском типу.

*Алувијум (a)* изграђују фације корита, поводња и старача. *Фација старача* са песком, алевритима и тресетом (am) одређена је северно од Костолца на Острву и на низводним обалама Малог Дунава, односно на обалама Доњег Дунавца. *Фација поводња* са песковима и алевритима (ap) картирана је на Острву и на обалама Млаве. *Фација корита* са шљунковима и песковима (a) дебљине 5-20 m, изграђују речни



профил Дунава и узводне делове речног профила Млаве, или је покривена поводањским наслагама (Малешевић и др., 1980).

## ТЕКТЕНИКА

На основу геолошког састава, структурне грађе и утврђених раседа лонгитудиналног и трансферзалног правца пружања, издвојеним на основу бројних геофизичких и фотогеолошких испитивања дубинских бушотина, у Стигу се могу издвојити следеће структурне јединице:

*Пребасенски структурни комплекс (А)* откривен је код Рама. Убран је у синклиналу Горице, при чему је источно крило синклинале пресечено раседом (8), правца Рам – Затоње. Изграђен је од палеозојских нискометаморфних кристаластих шкриљаца обликованих у херцинском тектомагматском циклусу. Други комплекс запажа се на јужном почетку Божевачке косе (хорст Рановца).

*Басенски или неоалпски структурни комплекс (В)* представља источни део Панонске тектонске потолоне изграђен од седимената неогена који су углавном хоризонтални и субхоризонтални са благим падом до  $5^0$  према ССЗ. Основно структурно обележје ове структуре су дубоки регионални раседи лонгитудиналног правца пружања ССЗ - ЈЈИ (смедеревски, пожаревачки, млавски и касидолски), као и попречни раседи трансферзалног правца пружања ЈЈЗ - ССИ (Кулски, Чешљевобарски расед, раседи Дубравица - Чешко село, Кусић - Стара Паланка, Рам - Затоње и др.).

Овим раседима формиран су значајнији структурни облици :

- *ровови* (Велике Мораве, Корински, Мајилова, Божевца, Загајички, Салаковца, Каменова и Беле Цркве ), и
- *хорстови* (Петке - Пожаревачке греде, Крњева, Рановца, Орљака - Рамски кристалин, Кајтасова).

*Постбасенски или дунавски структурни комплекс (С)*, обухвата најмлађе плеистоценске и холоценске еолске, флувијалне и подинске седimente, који леже сагласно палеорељефу. Основно структурно обележје су неотектонски активни раседи, као и активни регионални раседи (Милић, 1976)).

О тектонским покретима за време квартара се суди на основу праваца речних долина и сличних појава, али Ракић сматра да они нису егзактно потврђени, чак ни у случају дунавске руптуре „која представља само морфолошки дисконтинуитет на граници речне акумулативне равни и неогена“ (Ракић, 1980, 32). Ипак, додаје, да се као посредни докази имају узети појаве дискорданције између горњег плиоцена и квартара (регионални тектонски покрети влашке фазе) и хијатус у таложењу за време средњег плеистоцена (пасаденска кретања).

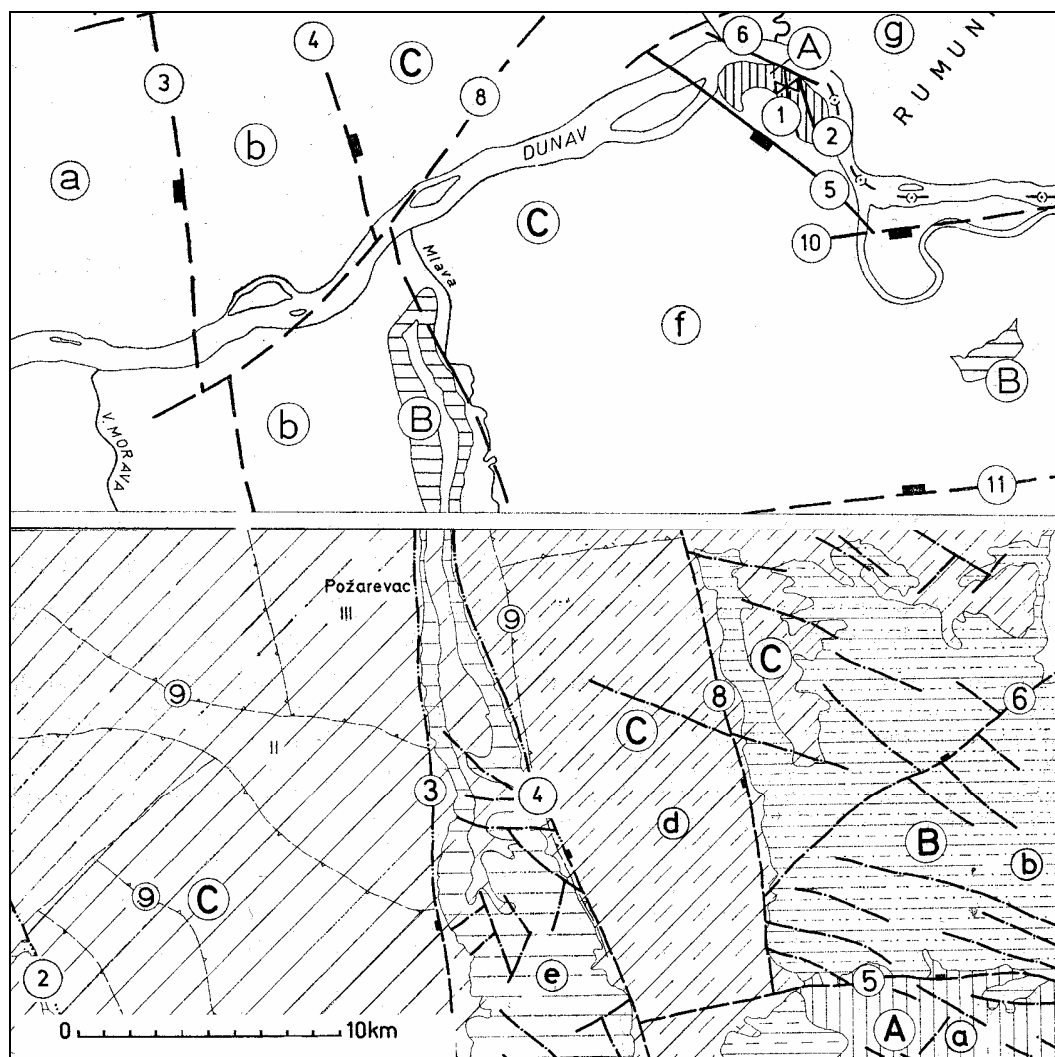
Структурно-тектонске карактеристике Стига условљене су његовим положајем у односу на шири структурно-тектонски простор, кога чине: Млавска потолина (ров), Сопотска греда и Моравска потолина (ров).

Руптурне деформације и кретања дуж њих, могу се поделити на прерудне, интрарудне и пострудне (Зеремски, 1974).

*У прерудној фази* дошло је до диференцијалног спуштања већих блокова подлоге неогеног басена, изграђене од палеозојских (можда и мезозојских) стена, дуж руптура генералне оријентације север-југ и исток-запад. Ти блокови су димензија више десетине километара, правцем север-југ, и неколико десетина километара правцем исток-запад.

Услед неравномерног тоњења блокова долазило је до стварања хорстова (спорије тоњење) и до стварања ровова у зони бржег тоњења.

*У интрарудној фази*, током горњег понта, тектонски блок Млавске потолине тонуо је врло лагано и уједначено, без наглих промена ритма. У исто време, блок Сопотске греде и блок Млавске потолине спушта се неуједначено – са дужим фазама спорог тоњења и када се басен нагло продубљује. Настале депресије брзо се испуњавају глиновито-песковитим поплавним седиментима, а у оплићалом басену опет настају мочварни услови са тресетиштима и нагомилавањем матичног материјала данашњих банкова и слојева угља (Ракић, 1980).



Карта 7. Прегледна тектонска карта ширег подручја Костолаца  
(Ракић, 1980.; Малешевић и др.1980)

**Легенда:** Горе (јужни део листа Бела Црква - A: пребасенски комплекс (вертикална ишафура); B: басенски комплекс (хоризонтална ишафура); C: постбасенски – дунавски комплекс (без ишафуре); a: Ковински ров; b: хорст Петке; e: ров Беле Цркве; f: ров Мајиловца; g: хорст Орљака; 1: синклинала Горице. Разломи (границе структура): 2: Орљак-Затоње; 3: Дубравица-Мраморачки виногради; 4: Ст. Костолац-Избишки виногради; 5: Рам-Затоње; 6: Рам-Базјаш; 8: Дубравица-Чешко село; 10: Затоње-В. Градиште; 11: Царевац-Десина.

Доле (северни део листа Пожаревац) - A: пребасенске структуре (вертикална ишафура); B: басенске структуре (хоризонтална ишафура); C: постбасенске структуре – дунавска покривна јединица (косе ишафуре); a: хорст Рановца; b: ров Божевца; d: ров Салаковца; e: Пожаревачке греде; g: ров Велике Мораве; II: праг Липе-Пругово; III: праг Петка-Пожаревац-Александровац; 2: расед смедеревски; 3: расед пожаревачки; 4: расед млавски; 5: расед Куле; 6: расед Чешљеве баре; 8: расед касидолски; 9: границе палеогеографских и структурних препанонских јединица.

У пострудној фази дуж руптура се, генерално, наставља кретање из претходне, интратрудне фазе. Дуж попречних раседа наставља се кретање из интратрудне фазе, тако што северни суб-блокови, тону брже у односу на јужне.

Током јамске и површинске експлоатације лежишта угља Кленовник регистровани су раседи скокова 2 – 3 m.



*Слика 2. Тектонски контакт између угљеног слоја и делтних седимената (бело) на ПК „Дрмно“ (Фото: М. Степановић, 2007)*

Слојеви угља су субхоризонтални или имају пад 5-10°, ређе виши, обично у смеру север-северозапад. Локално, слојеви падају ка дубљим, а генерално ка најдубљим деловима басена.

Преко трећег слоја угља приликом експлоатације установљене су наборане структуре и делтни седименти дужине 550 m и ширине 250 m, представљени жућкастим слабо везаним пешчарима и песковима хоризонталне и косе слојевитости (типичне за делте).

На ободним деловима Сопотске греде, а нарочито на северу (од Ћириковца до Дунава), регистровани су мањи набори и раседи у седиментима повлате угљених слојева. Раседи су са скоком од 2–3 m и последица су фосилних и савремених кретања стенских маса, односно појава клизишта (Стефановић, 1976).

## РЕЉЕФ

На подручју Стига заступљени су елементи ендеогеног и егзогенoг рељефа. Ендеогени рељеф је представљен тектогеним облицима насталим радијалним процесима. Елементи егзогенoг рељефа су формирани деловањем различитих ерозионих сила, а могу се разврстати у следеће генетске типове: падински, флувиоденудациони, флувијални, еолски, антропогени, органогени (биогени) и суфозиони рељеф.

### ЕНДОГЕНИ РЕЉЕФ

Основни морфоструктурни елементи рељефа Стига настали су разламањем и издизањем дела Земљине коре на истраживаном простору, а представљени су Сопотском и Божевачком гредом, као позитивним морфотектонским јединицама, и басеном Млаве, односно Стигом у ужем смислу, као негативном морфотектонском јединицом.

Посредан утицај тектонских и неотектонских покрета, изражених већином дуж старих раседних линија, одразио се на обликовање речне мреже Млаве и њених притока, као и на предиспонирање основног правца пружања водотокова. Такође, бројни млађи, неотектонски раседи условили су лактасто скретање мањих долина: Сираковаке реке у оквиру слива Кисилевачке реке, Малоградиштанске реке у оквиру слива Чешљевобарске реке и др.

П. Стефановић (1967) је у оквиру терцијарних терена ободних делова Карпато-балканида источне Србије, који припада панонском делу, на простору обухваћеном нашим истраживањем, издвајао следеће морфотектонске и структурно-фацијалне зоне оријентисане правцем север-југ:

- сопотски миоплиоценски хорст (од Свилајнца до Костолца);
- млавски неогени басен, и
- божевачки миоплиоценски хорст.

М. Зеремски (1974), у контексту изучавања трагова неотектонских процеса у рељефу Источне Србије, од негативних морфоструктура дна Моравске удолине, на

овом простору издваја улегнуће Витовнице и басен Млаве, а од позитивних морфоструктура издваја сведену површ Велики Бубањ – Црни врх и сведено развође Млаве.

М. Лутовац (1954), дели Стиг, као привредни регион у ширем смислу речи, на „Стиг“, Кључеве и Брдо. „Стиг“ је виши део долиנסке равни Млаве, Кључеви захватају алувијалну раван Млаве и Могиле која је се повремено плави, док је Брдо „источна страна пространог била које се пружа између Млаве и Мораве“ (Лутовац, 1954, 64).

У геоморфолошком погледу, Стиг је равничарски, благо заталасани део долине Млаве од Рашанца до ушћа ове реке у Дунав код Костолца, ограничен са истока Божевачком, а са запада Сопотском гредом.



Слика 3. Костолачко брдо, завршетак Сопотске греде    Слика 4. Завршетак Божевачке греде код Рама  
(Фото: М. Степановић, 2007)

**Божевачка греда** почиње на југоистоку од линије Божевац - Мала Бресница, као северозападни изданак Хомољских планина, а завршава се код Рама, на десној обали Дунава. Она представља ниску вододелницу између Млаве на западу и Пека на истоку, чија висина једва да прелази 300 метара изнад мора (Велико брдо, 312 m).



*Слика 5. Божевачка греда (Фото: М. Степановић, 2007)*

До села Баре греда се пружа на север-северозапад, затим скреће на север-североисток до линије Мајиловац-Ђураково, одакле се повија на север-северозапад до изнад Кличевца, а затим се благо повија ка Главици (282 m) изнад Рама, где тоне под корито Дунава. Дакле, Божевачка греда нема праволинијско пружање, иако је изграђена од једноличне геолошке грађе коју чине језерски пескови, шљунак и други неогени седименти у подини, и пескови и лесоидни материјал у повлати. Генерални правац протезања греда мења због неједнаке регресивне ерозије изворишних кракова потока и речица које са ње отичу према Млави и Пеку.



*Слика 6. Велико брдо (312 m), најсевернији део Божевачке греде (Фото: М. Степановић, 2007)*

Божевачка греда благо се спушта у стишку равницу до алувијално-делувијалне терасе релативне висине 25-35 m (130-140 m а.в). Границу према Стигу јасно обележавају насеља која су у низу лоцирана на контакту две морфолошке целине. Од југа ка северу то су следећа села: Божевац, Шапине, Смољинац, Касидол, Баре, Берање, Сираково, Мајиловац, Курјаче, Кличевац и Речица.

**Сопотска греда** представља западну границу Стига. Почиње од Горњачких планина (Ћовдин-Ђуринац-Роћевац) на југу и пружа се према северу преко Брзохода, Александровца, Чачалице и Сопота и избија на Дунав код Костолца.

Северно од Петровца, тачније код правца Орљево-Полатна, ова се греда приближава Божевачкој. На том месту долина Млаве је сужена и тако је њен доњи део предвојен у два проширења: доње или Стиг и горње (средњи слив Млаве), Петровачко Поље или Млава у ужем смислу (Паунковић, 1935). Сопотска греда представља вододелницу између Млаве на истоку и Велике Мораве на западу.



Слика 7. Сопотска греда између Орљева и Топонице  
(Фото: М.Степановић, 2007).

Мањих је висина од Божевачке греде, тачније, уоквирена је изохипсом од 100 m, а највеће висине јој прелазе 200 метара само у јужном делу, одакле се благо спушта ка северу, све до Костолца, где са апсолутне висине од 175 метара, тоне под корито



Дунава. Правац пружања греде предодредила су два паралелна раседа, дуж којих је дошло до спуштања Земљине коре, што јој одређује хорстовски карактер.



*Слика 8. Сопотска греда у пределу Чачалице  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Према Стигу, Сопотска греда се спушта релативно стрмо све до изохипсе од 100 метара, на којој је контакт са долином равни Млаве.

У погледу геолошке грађе, у основи су старопалеозојске формације, а преко њих директно належу неогени (миоцен и плиоцен) језерски седименти представљени пресковима и глинама, делимично и лигнитима, понтске и пескова, глиновитих пескова, пешчара и песковитих лапораца панонске старости.



*Слика. 9. Сопотска греда у пределу Топонице ( Фото: М.Степановић, 2007)*

Сопотску греду су рашчланили бројни потоци који теку ка Млави и Морави. Неки од њих пресекли су насlage терцијарног угља који се налази између слојева шкриљасте глине и шљунка у подини, и распаднутих глина са песковима и лапорима у повлати. Такође, југоисточно од Пожаревца и јужно од Чачалице налази се зараван Бресје, која је просечена потоком Бресјем. Јужније је површ Битекља коју рашчлањују долине Битекља и Крављи до. Грета је јужније рашчлањена Чокординском реком, чији ток иде паралелно са Млавиним све до ушћа код Великог Села.

Стиг је, као што је већ речено, рељефна целина јасно ограничена Сопотском гредом на западу и Божавачком гредом на истоку. Јужна граница, према средњем сливу Млаве, морфолошки је слабије изражена од претходних, али се сужење алувијалне равни ове реке на линији Орљево-Рашанац, може сматрати јужном границом. Такође, доста је нејасна и граница на северу, где се Стиг без јасном морфолошког прелаза спаја са Подунављем. Ипак, као што је већ речено, сматрамо да је северна граница одређена Дунавцем, односно старим током Дунава.



Слика 10. Стишка равница између Куле и Батуше (Фото: М. Степановић, 2007)

Од Рашанца до Дунавца, Стиг се пружа правцем југјугоисток-северсеверозапад у дужини од око 32 km. Северно од правца Кула-Велико Село, ширина области је око 10 km, а максимална је на линији Брадарац-Мајиловац, где достиже око 12 km, одакле се ширина постепено смањује до 8 km на обали Дунавца.



Слика 11. Стишка равница између Дрмна и Курјача (Фото: М. Степановић, 2007)

„Према општем изгледу и саставу млавска удолина је наслеђена, тј. она је дно залива, који је из језера у панонском басену залазио на ову страну. Дно овог залива је било неравно. ...Таква првобитни улегнућа у рељефу јесу и Петровачко Поље и Стиг. Приликом регресије панонског језера у њима су заостала мала језера. Све су реке првобитно отицале према тим језерима као ерозивним базама, што се види из садашње оријентације тих река, односно њихових долина. Између тих језера створена је мала отока, која се почела усецати када је ниво воде спао на висину пречаге. Доњи ток Млаве, протичући кроз њих и координирајући своју ерозију према бази Дунава, усекао се, и на тај начин створио долину. Једна од таквих депресија, око Дрмна и Брадарца, била је најнижа и она је примила Млаву. Независно од Млаве, развила се речица Могила према депресији Дрмна и Брадарца, са греде Чачалице и Топонице, и, хранећи се притокама, усецала своју долину у меком земљишту. Млава је, померајући се хоризонтално, однела ниско развође, тако да сада залази својом отоком Млаком у долину Могиле, са којом се опет спаја у подножју Лештара, северно од Брадарца“ (Паунковић, 1935, 24).

Наведено схватање Ђ. Паунковића (1935), било је основа за његово тумачење језерске пластике Стига и читавог слива Млаве, коју је ускладио са Цвијићевом концепцијом о настанку абразионих површи на јужном ободу Панонског басена.

## ЕГЗОГЕНИ РЕЉЕФ

Морфоскулптурне црте, односно савремен топографски изглед Стига, су резултат деловања бројних ерозионих процеса који су се манифестовали кроз изграђивање микро облика у релативно хетерогеној геолошкој грађи.

### Абразиони облици

Ђ. Паунковића (1935) сматра да је „ова област за време плиоцена била покривена релативно дубоким језером, чији је ниво оставио трагове у облику обалских тераса. Према томе, широка долина у доњем току Млаве није производ рада реке, него је наслеђен залив неогеног језера. Овај се залив оцртао непосредно после фазе од 600 метара апсолутне висине“ (1935, 29).

У рељефу Стига доминирају терасе различитих висина, усечене у неогеним и квартарним творевинама ободног и долиноског простора. Јасно изражена заравњења на Божевачкој и Сопотској греди степеничasto се спуштају ка Млави, у чијој су равни најбоље очувана.

Ђ. Паунковић у својој студији „Долина Млаве – Геоморфолошка испитивања“ (1935), наводи серију абразионих тераса од којих су у Стигу заступљене: 110-125, 140-150 и 210-240 м апсолутне висине.



Прилог 7. Серија језерских и речних тераса у долини Млаве  
(Паунковић: Долина Млаве, 1935)

Тераса 110-125 м апсолутне висине развијена је на Сопотској греди на Вратници код Костолца, затим на Лештару, западно од Маруљевца, код Чачалице, на Бресју, код Краљевог Дола, Семишу, Великом Селу и Рибници, у долини Чокординске реке и на Коварњу, где је најбоље развијена и очувана. Поткопана је и сужена и делимично редукована токовима Могила и Млаве. У основи је састављена од младоплиоценских седимената.

На десној долињској страни Млаве, ова тераса је развијена на Кременцу изнад Батуше, у Барама, Касидолу, Сираковачком долу, на Великој Хумки и Јарку. Боље је развијена од леве стране, али је местимично дисецирана поточним долинама.

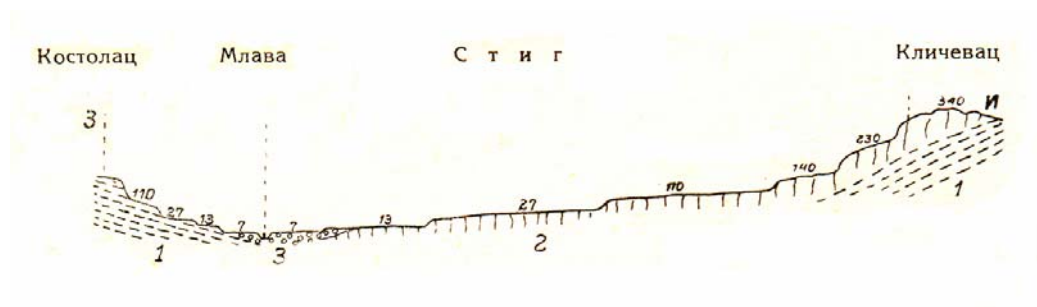
„Ова тераса представља најнижу фазу у регресији плиоценског панонског језера. Њену старост је лако одредити, јер тераса сече најмлађе, палудинске слојеве, који су овде у положају какав се види на делтама. Вероватно је овде било ушће Млаве, које је сада померено према североисток. Почетком дилувијума, када се језеро потпуно повукло, Млава је просекла ове наслаге, уклопивши у њима своје младе терасе“ (Паунковић, 1935, 25).

*Тераса 140-150 m* апсолутне висине издиже се непосредно са ниже терасе прегибом, који на појединим местима изглед „правог клифа“.

На левој ободној страни Стига, односно на Сопотској греди, развијена је на Лештару, Грмљу и Чачалици, на подручју Крављег Дола, Старог Брда, Поповца и Лешћа. Дисецирана је притокама Млаве. Као и нижа састављена је од неогених творевина.

На десној страни развијена је у суподини Божевачке греде код Касидола, Бара и заравни Точка (између Смољинца и Бара, прим. М.Степановић), избија на Дунав код Кличевца (Паунковић, 1935).

*Тераса 210-240 m* апсолутне висине има општи нагиб према северу. Очувана је на Сопотској греди и најбоље развијена на Чачалици. Усечена је у језерсим неогеним седиментима. Паунковић (1935), сматра да се језерски ниво на овој тераси најдуже задржао.



Легенда: 1. неоген; 2. лес; 3. рецентни речни нанос

*Прилог 8. Синтетички профил Стига између Костолаца и Кличевца  
(Паунковић: Долина Млаве, 1935)*

Установљене терасе у Стигу формиране су у језерским, (плиоценским и миоценским) и квартарним седиментима, односно у геолошком материјалу у коме је било могуће деловање само оних агенаса који су се јавили после језерске фазе. Тачније, после нестанка Панонског језера, а тиме и његовог залива који се дубоко увлачио према Горњачким планинама на југу, а Млава наследила. Због тога наведене терасе треба сматрати **флувио-денудационим**, посебно што су неке од њих (на Божевачкој греди), изграђене у лесоидном материјалу квартарне старости.



На наведене закључке наводе и следеће чињенице:

- Све површи у сливу Млаве су једна у другу уклопљене и прстасто се увлаче уз њену долину. Осим тога, више површи (410-430 m, 500-550 m, 600 m) се увлаче у Горњачку клисуру, што одаје утисак дугачког и уског залива Панонског мора који се дубоко увлачио према југу до Горњачких планина. Међутим, овакав изглед површи није својствен абразији, јер она „напротив тежи да уништи разуђеност обале“, како је дефинисао П. С. Јовановић (1951, 12).
- Висина отвора епигенетске клисуре Витовнице између Чаиша (361 m) и Фусуљевог чукара (293 m) знатно је изнад највиших тачака, на супротној страни долине Млаве код Топонице, до којих допиру језерски седименти Сопотске греде (Гај, 237 m). Тачније, ови подаци сведоче у прилог констатације да горњесарматско Панонско језеро није изградило ове облике, јер је немогуће да оно „својом абразијом усеца површи по свом дну или испод њега“ (Јовановић, 1951, 13). У целом сливу Млаве владала је после панона континентална фаза, а флувијална ерозија била доминантни процес, управљен према доњој ерозионој бази – отоци између Панонског и Влашко-пontiјског басена, односно Дунаву. Према томе, површи су формиране флувијалним процесом.

Претходне констатације потврђује и чињеница (Профил 5) да су и две више речне тарасе релативне висине 11-13 m и 25-27 m, формиране у неогеним седиментима (Сопотска греда), односно у лесоидном материјалу (Божевачка греда).

Да бисмо извршили реконструкцију геоморфолошке еволуције флувијалног рељефа на територији Стига, неопходно је да се најпре утврди старост површи и тераса, као услове под којима су се ови фазни облици стварали током најмлађих геолошких периода.

Ђ. Паунковић (1935) сматра да се не може ништа поузданије тврдити о ближој старости сваке поједине језерске абразионе терасе. За сада се може рећи да су плиоценско-миоценске, али је ближе одређивање њихове старости одредио довођењем у везу и поређењем са терасама које је Ј. Цвијић утврдио и одредио у Ђердапу.

Табела 1. Млавине терасе упоређене са ђердапским

5-7 м релативне висине.....I	4-8 м релативне висине.....I	рецентна
11-13.....II	10-20 .....II	дилувијалне
25-27.....III	27-35 .....III	-II-
56-62 .....IV	60-65 .....IV	-II-
95-110 .....V	90-115.....V	горњо-плиоценске
160 .....VI	150-160.....VI	- II -
430 м а.в. ....VII	370-430 м а.в.....VII	тераса Калфе
550 .....VIII	560 м а.в.....	(мирочка површ)

(Паунковић: Долина Млаве, 1935)

„Ова табела на којој су упоредно показане терасе у Ђердапу и у долини Млаве, утврђује да је у њиховом развоју било континуитета. Терасе се подударају по броју, висини и саставу, па је њихов развој приближно везан и за геолошку шему, а тиме потврђен и општи принцип континуитета у морфолошком развоју једног рачног система“ (Паунковић, 1935, 51).

Констатоване језерске терасе у Стигу Паунковић (1935) сматра понтиским и постпонтиским. Не може се, међутим, ништа поузданије тврдити о ближој старости сваке поједине језерске абразионе терасе. За сада се може рећи да су плиоценско-миоценске, док ће се доцније покушати да се њихова старост ближе одреди, довођењем у везу и поређењем са терасама са терасама које је Ј. Цвијић утврдио и одредио у Ђердапу.

Проучавајући геоморфолошке прилике дуж Ђердапа Ч. Милић (1965, 1970. и 1976) је сматрао да све површи ниже од терасе Казана од 260 м (310-350 m) припадају квартарним интергласијацијама када је клима била медитеранска, три терасе (60-65, 28-35 и 14-20 m) су пандани вирмских гласијацијала, док је тераса висине 6 до 9 m холоценска.

### Флувијални облици

„Према општем изгледу и саставу млавска долина је наслеђена, тј. она је дно залива, који је из језера у панонском басену залазио на ову страну“ (Паунковић, 1935, 24). Приликом регресије паноског језера у депресијама, какве су биле Петровачко поље и Стиг, су заостала мала језера. Према њима су првобитно отицале реке „као ерозивним базама, што се види из садашње оријентације тих река, односно њихових



долина. Између тих језера створена је мала отока, која се почела усецати када је ниво воде спао на висину пречаге. Доњи ток Млаве, протичући кроз њих и координирајући своју ерозију према бази Дунава, усецао се, и на тај начин створио долину. Једна од тих депресија, око Дрмна и Брадарца, била је најнижа и она је примала Млаву. Независно од Млаве, равина се речица Могила према депресији Дрмна и Брадарца, са греде Чачалице и Топонице, и, хранећи се притокама, усецала своју долину у меком земљишту. Млава је, померајући се хоризонтално, однела ниско развође, тако да сада залази својом отоком Млаком у долину Могиле, са којом се опет спаја у подножју Лештара, северно од Брадарца. Друга депресија је Петровачко Поље. И овде је оријентација речица и токова таква, да они своју ерозију управљају према депресији“ (Паунковић, 1935, 24).

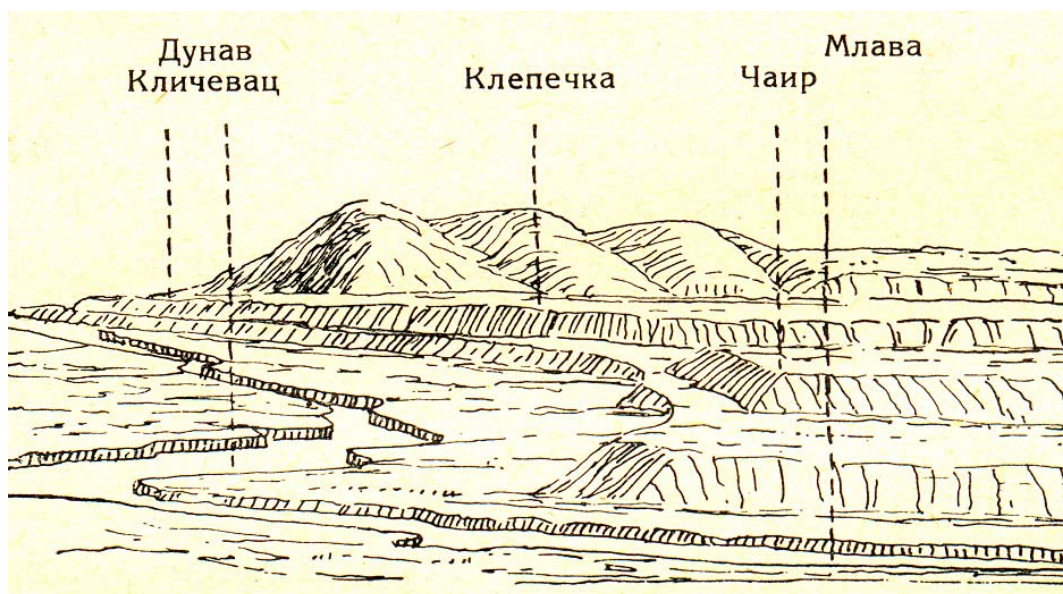
На долиномском дну Млаве јасно је изражено њено старо корито познато као Стара Млава, као и делови напуштеног корита у алувијалној равни. Регулацијом Млаве и њених притока у Стигу, природан процес флувијалне ерозије је знатно измењен у средњем и доњем сливу.

„Посебну морфолошку аномалију у флувијалном рељефу Стига представља лактасто скретање долине у средњем току Сираковаке реке, праћено смањивањем нагиба уздужног профила и појавом алувијалне равни у низводном делу. Непосредно код лактастог скретања зачиње се сува и плитка Сираковачка долина, прекривена лесним и делувилним наслагама, која је оријентисана према долини Млаве. На основу димензија и основних морфолошких карактеристика Сираковачке долине (плитка и широка, са малим нагибом уздужног профила и бројним мањим лесним вртачама по дну) може се претпоставити њен суфозивно-корозивни постанак. Међутим, на основу положаја и правца пружања, није искључено да је долишки облик створен пре фазе навејавања леса, као наставак Сираковачке реке“ (Кирбус, 1989, 63-64).

### Речне терасе

Осим анализираних тераса, Паунковић (1935) у долини Млаве наводи и речне терасе, од којих су у Стигу заступљене следеће: 5-7 m, 11-13 m и 25-27 m релативне висине.

Тераса 5-7 *m* релативне висине рецентног је карактера и усечена је у флувијалном материјалу. Пружа се дуж читавог тока Млаве са обе стране. Састављена је од најразличитијих пескова и шљункова. На појединим местима одсек јој није изражен, већ благо пада ка алувијалној равни. Најбоље је развијена испод Вратнице, Лештара, Кличевца, Виминацијума, Чаира и Дрмна. Ова тераса се непосредно веже за терасу исте висине коју је усекао Дунав. Треба рећи да су сва села поред Млаве, управо, поређана на овој тераси.



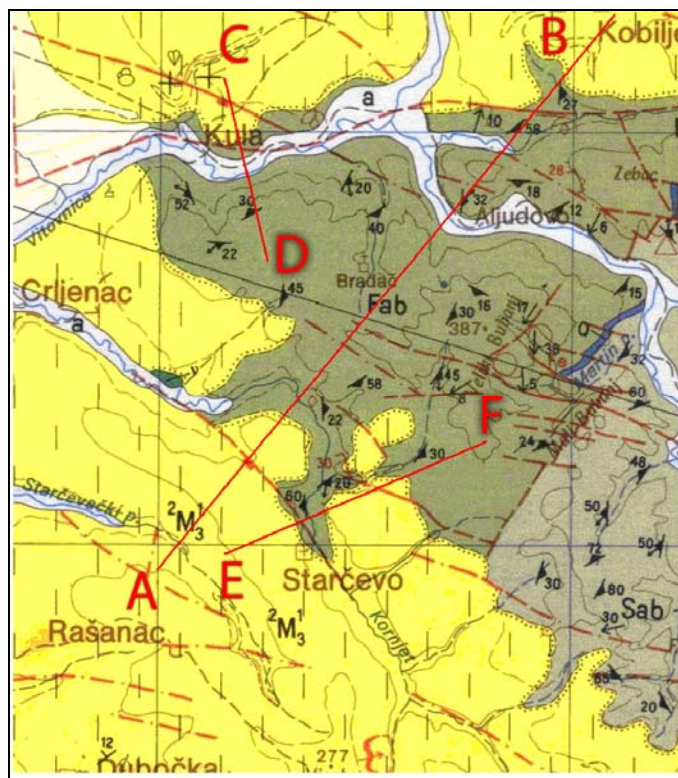
Прилог 9. Терасе Дунава и Млаве на ушћу код Костолца  
(Паунковић: Долина Млаве, 1935)

Тераса 11-13 *m* релативне висине, такође је добро очувана око ушћа Млаве. Усечена је у шљунку, а у нижем делу тока у лесу. Код Виминацијума она се веже за дунавску терасу исте висине, која је посебно добро изражена испод Кличевца. Дунавска и Млавина тераса спајају се на Чаиру. У одсеку се виде лесолика глина са конкрецијама и флувијални шљунак. Овде се она као непрекинута, доста широка полица продужује уз Млаву. Између Чаира, Велике Хумке и Братинца, заталасана је лесним утолегицама и динама. На левој страни Млаве развијена је испод Костолца. У њој су рударска окна. Даље уз реку она је сачувана у виду фрагмената на ртовима. Села Бубушинац и Трњане су на овој тераси.

Тераса 25-27 m релативне висине, простире се од Кличевца уз Млаву преко Велике Хумке, Сиракова, испод Бара и Касидола, Рамског пута, Чукара, и изнад Трњана и Салаковца. Састављена је од леса. Она чини серију са две претходне које се једна изнад друге издижу одсецима. И она се наставља у дунавску терасу, која је установљена између Кличевца и Речице. На левој страни реке она је развијена и сачувана на Вратници и Лештару, у Чачалици и Бранику. Овде је усечена у плиоценским глинама, а посута шљунком (Паунковић, 1935).

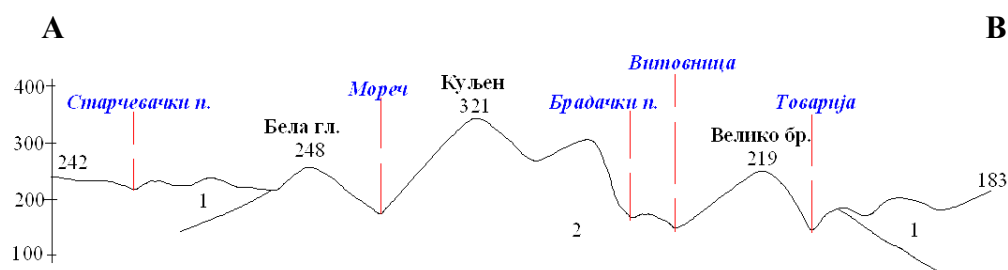
### Епигенетске појаве

У откривеним старопелеозојским шкриљцима у југоисточном делу Стига, тачније, између Старчева, Куле и Кобиља, Витовничка река и њене притоке изградиле су типичне епигеније, које до сада нису сматране доказом за одређивање висине централне језерске равни и карактера површи на југоисточном ободу Панонске области, односно испитиване области.

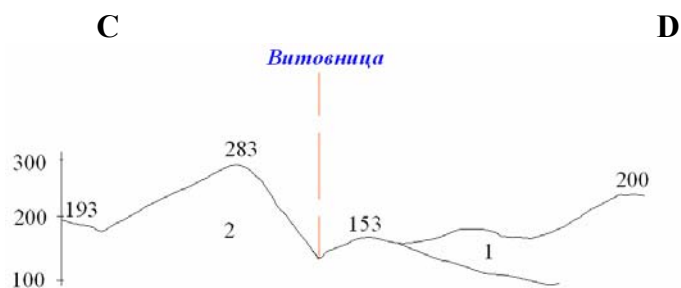


Карта 8. Епигеније Витовнице и њених притока  
(Преузето са ОГК Србије 1.100000, лист Пожаревац)

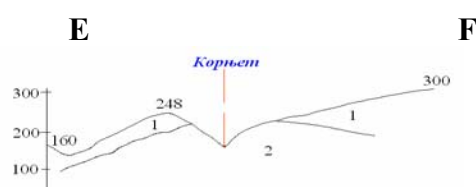
Ненормално усецање Витовничке реке у палеозојске шкриљце окружене неогеним седиментима, П. С. Јовановић (1969) назива аконформном долином, а не епигенетском у класичном смислу, сматрајући да је долина ове реке претходно формирана у шкриљцима који нису били прекривени језерским седиментима. Ову тврдњу образлаже чињеницом да је долина Витовничке реке аконформном, с обзиром да је попречно усечена у неогену површ! Међутим, у конкретном случају, ради се о типичној домној епигенији, чијем је усецању у шкриљцима претходило усецање у неогеним седиментима који су прекривали отпорније стене у подини. М. Зеремски (1974) наводи да „епигенетске одлике су посредна последица диференцијалне ерозије, између палеозојских шкриљаца и неогених седимената, а непосредна антеценденција тј. издизања блока од палеозојских стена у основи неогене површи“ (1974, 23). Евидентно је да су у постјезерској фази била тектонска издизања упореда са флувијалним усецањем речних токова, међутим, осим домне епигеније Витовничке реке са највишим отвором клисуре између врхова Велики Бобањ (387 м) и Црни врх (445 м), формиране су епигеније у бочним деловима овог палеозојског комплекса, на нижим апсолутним висинама. Такве су: ивична епигенија потока Товарија, домна епигенија Витовничке реке и Брадачког потока и ртаста епигенија реке Мореч, између Дебелог рта (193 м) и Кинског брда (200 м), (А-В), затим ивична епигенија Витовничке реке (С-Д) и домна епигенија потока Корњет (Е-Ф).



*Прилог 10. Епигеније Витовничке реке (домна) и њених притока - Мореч (ртаста), Брадачки поток (домна) и Товарија (ивична)  
(1- неогени језерски седименти; 2- палеозојски шкриљци)*



Прилог 11. Ивична епигенија Витовничке реке  
(1- неогени језерски седименти; 2- палеозојски шкриљци)



Прилог 12. Домна епигенија потока Корњет  
(1- неогени језерски седименти; 2- палеозојски шкриљци)

Анализиране епигеније Витовничке реке и њених притока, могу нам послужити за идентификовање флувио-денудационих површи у Стигу, односно за одређивање статуса централне језерске равни залива Панонског мора који се дубоко увлачио на југ до Горњачких планина.

С обзиром да је највиша тачка отвора домне епигеније реке Витовнице 347 m (Велики Бобањ), најмања могућа апсолутна висина централне језерске равни залива Панонског мора на којој је Млава отпочела флувијалну ерозију у посјезерској фази, није била испод 350 метара. Такође, највиша тачка на Сопотској греди, прекривеној језерским седиментима, износи 265 m (Ђула изнад Кочетина), и 265 m (Ст. Диван између Макца и Кобиља) на Божевачкој греди, потврђује да је централна језерска равна била јединствена за великоморавски (на западу), стишки и звишки басен (на истоку).

У контексту одређивања карактера „Паунковићевих“ абразионих површи у басену Млаве у Стигу, све површи и терасе са апсолутним висинама испод 350 метара, су флувиоденудационе, а то су: 310-330 m, 140-150 m и 110-125 m. Такође, и површ висине 420 – 430 m, која је утврђена у јужном делу Божевачке греде, је настала на исти

начин, јер је по висини знатно испод отвора епигенетске Ђердапске клисуре (Велики Штрбац, 768 m).

### **Елементи рељефа настали падинским процесима**

Пролувијалних плавина има на више места у Стигу, а резултат су изражене речне ерозије и повољне геолошке грађе у којој су потоци и реке усечени. Невезани лесоидни и песковити седименти веома су подложни флувијалној ерозији, посебно у време интензивнијих, плусковитих падавина, када набујали токови односе велике количине материјала и таложе га у суподини Сопотске и Божевачке греде. Таквих плавина има на вишој речној тераси релативне висине 25-35 m, и на нижој тераси висине 7-12 m.

*Падинским процесима* настали су бројни и разноврсни ерозивни и акумулативни елементи рељефа (делувијални, колувијални и пролувијални). Ерозивни су представљени јаругама, лесним стрмим одсецима, одсецима клизишта и одронима у растреситим стенама. Акумулацијом материјала покренутог и транспортованог падинским процесима створени су гравитациони облици: алувијални застори, клизишта и пролувијалне лепезе.

Делувијални застори су најизразитији на благим падинама десне стране долине Млаве на 110 – 144 m а.в.

Захваљујући пре свега погодном геолошком саставу представљеном језерским и лесоидним материјалом, са појавама слојева глиновитог супстрата непосредно испод топографске површине или на већим дубинама, у ободним деловима Стига су чести трагови фосилних и рецентних клизишта. Њихови амфитеатрални одсеци су најбоље очувани у теренима изграђеним од леса, што је последица вертикалног цепања ове стене. Једно од највећих клизишта је непосредно између Кличевца и Речице.





Слика 12. Лесни одсек изнад Кличевца



Слика 13. Виши делови Кличевца  
(у првом плану) леже на клизишту

(Фото: Степановић, 2011)

На акумулативним деловима старијих клизишта местимично су изграђена нека насеља. Тако се виши делови села Кличевац налазе на клизишту ширине преко 400 m.

Већи број мањих клизишта налази се у долини Курјачког потока и краћим долиницама његових левих притока формираним на југозападној страни Великог брда (312 m).

На северној страни старог поља рудника „Ђириковац“, појавило се клизиште изазвано радовима у припремној фази уређења старог копа за одлагање пепела и шљаке из Костолачких термоелектрана.



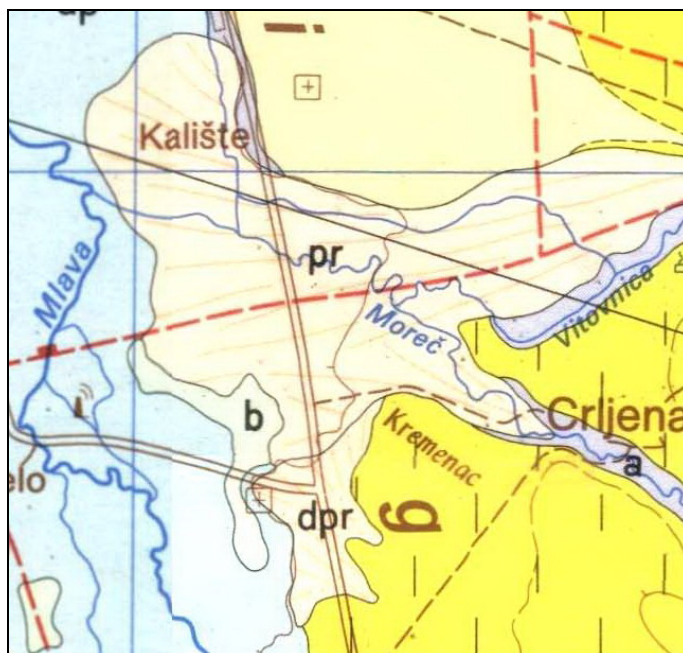
Слика 14. Рецентно клизиште старог копа „Ђириковац“  
(Фото: М. Степановић, 2010)

Невезани лесоидни и песковити седименти веома су подложни флувијалној ерозији, посебно у време интензивнијих, пљусковитих падавина, када набујали токови односе велике количине материјала и таложе га у суподини Сопотске и Божевачке греде. Таквих плавина има на вишој речној тераси релативне висине 25-35 m, и нижој, висине 7-12 m.

*Пролувијалне плавине* у Стигу настале су као последица пролувијалног процеса који се одвија у растреситим језерским, неогеним и квартарним лесоидним седиментима. Формиране су на ободним деловима алувијалних равни Млаве и Дунава. На десној страни Млаве акумулиране су у доњим деловима токова њених притока које одводњавају западну страну Божевачке греде. Највеће су плавине Витовничке реке, Обрешког, Шапинског, Старчевачког и безименог потока између Бара и Касидола. На левој страни Млаве, краћи водотоци на источној страни Сопотске греде имају велике падове због чега еродирају лесоидни материјал и алумулирају га у алувијалној равни матичне реке. По величини истичу се плавине Чокординског потока, Треста, потока Крављи до и Шљивовачког потока. Мање плавинске лепезе регистроване су код Батуше, Малог Црнића, Великог Црнића, Салаковца и Трњана. На крајњем североистоку Сига, на десној страни алувијалне равни Дунава, морфолошки се истичу плавине код Кличевца и Речице.

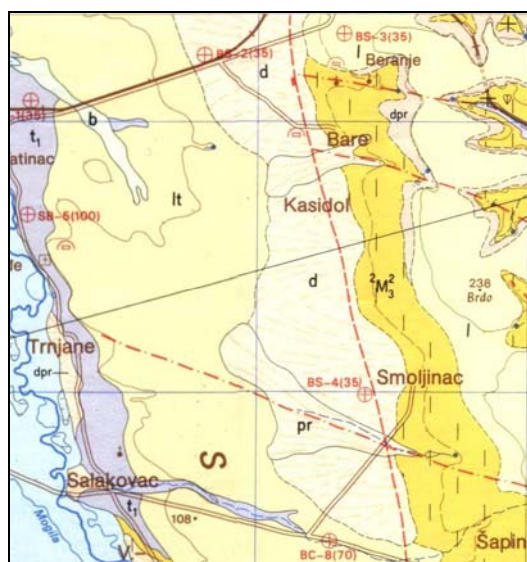
Највећу плавину у Стигу изградила је река Витовница. Она се звонасто шири од Куле према Калишту и Црљенцу, а завршава у инундационој равни Млаве.





Карта 9. Плавина Витовничке реке  
(Преузето са ОГК Србије 1:100000, лист Пожаревац)

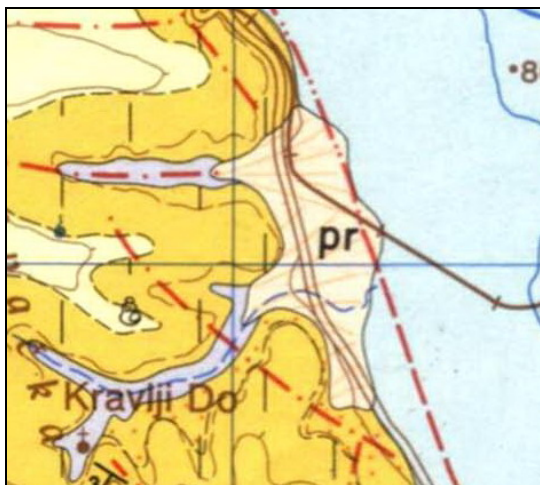
Плавина југоисточно од Смољинца настала је захваљујући повременим, безименом потоку који се формира на контакту између миоценских и лесоидних седимената на потесу Коњушнице. Она се завршава на потесу Локва, где на лесној тераси нестају и воде потока.



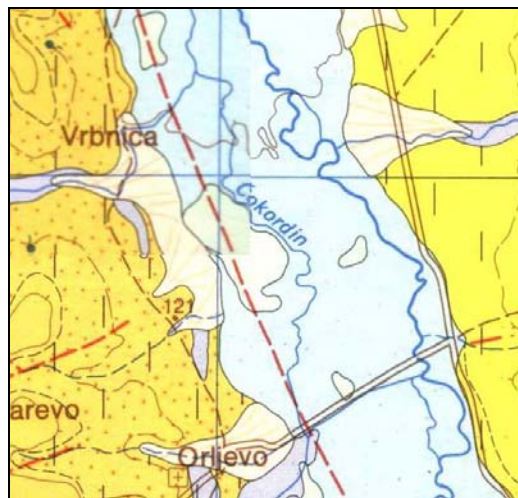
Карта 10. Плавина између Смољинца и Шапина  
(Преузето са ОГК Србије 1:10000, лист Пожаревац)

Ради ублажавања ерозије и засипања плодних ораница, јужно од Смољинца изграђена је мања акумулација која ублажава негативно деловање великих вода.

Плавине на источној страни Сопотске греде су знатно мање од плавина испод Божевачке греде, јер потоци који се спуштају ка долини Млаве имају мале дужине, мада су им уздужни падови доста наглашени.



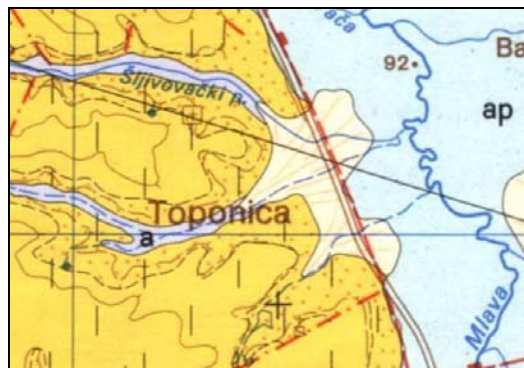
Карта 11. Плавина потока Крављи до



Карта 12. Плавине Чокординског и Шљивовачког потока

(Преузето са ОГК Србије 1:10000, лист Пожаревац)

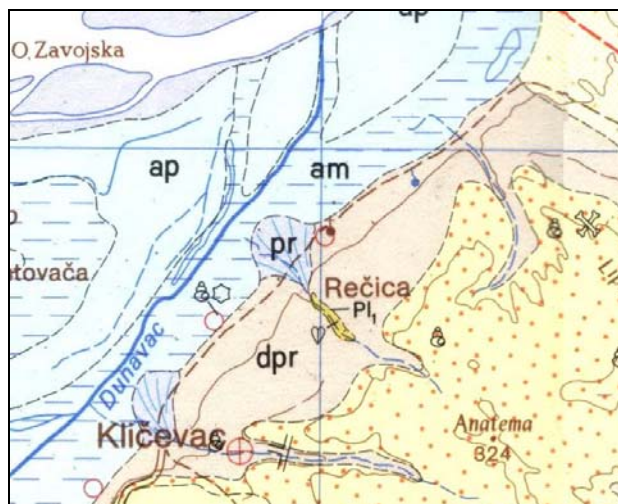
Ипак, захваљујући слабовезаним језерским и лесовидним седиментима Греде, успели су да веома дисецирају греду, и у њену суподину допреме доста материјала. Тако су настале плавине: код Орљева, на ушћу потока Трест у Чокординску реку (код села Врбница), на ивици села Топоница где са Греде силазе у алувијалну равн Млаве Шљивовачки, Топонички и Заовачки поток, код Крављег дола спајањем материјала два потока.



Карта 13. Плавина Шљивовачког потока и Топоничке реке

(Преузето са ОГК Србије 1:10000, лист Пожаревац)

Типичне, али мање плавине формиране су на завршетку поток Речица и Кличевачки поток, који се формирају на контакту еолског леса Великог брда и пролувијалних шљункова и пескова између Кличевца и Рама.



*Карта 14. Плавине код Кличевца  
(Преузето са ОГК Србије 1:10000, лист Пожаревац)*

### Еолски облици

На територији Стига налазе се знатне површине прекривене еолским творевинама: лесом, лесоидним песковима и песковима. Међутим, прави еолски облици нису заступљени.

Насlage еолског песка јављају се у веома чистом стању у северном делу Божевачке греде, где учествује у грађи Рамско-затоњске пешчаре.

Рамско-затоњска пешчара лежи на десној страни Дунава и протеже се правцем северозапад – југоисток, између алувијалне равни Дунава јужно од Рама и села Затоње. Ова пешчара, чија је површина  $21 \text{ km}^2$ , заједно са Градиштанском ( $18 \text{ km}^2$ ) и Пожеженском ( $36 \text{ km}^2$ ), припада Пожаревачком Подунављу, односно делу Србије о коме се све до седамдесетих година прошлог века (Петровић, 1976), није сматрало да је са укупном површином од око  $75 \text{ km}^2$ , значајно подручје еолске акумулације у Србији. Међутим, ни данас, три деценије касније, не познају се сви детаљи о овој области еолске акумулације.





*Слика 15. Наслаге еолског песка између Речице и Рама  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Рамско-затоњска пешчара само делимично припада Стигу, а пешчаних наслага има на великим површинама у вишим деловима Великог брда (312 m), северном изданку Божевачке греде. Ту су типични еолски акумулативни облици, односно дине, фосилизоване засадима багрема и самониклом жбунастом вегетацијом. Међутим, повремени потоци и бројни сеоски путеви залазе дубоко у пешчару где при наглашеној ерозији односе велике количине песка у суподину, односно према алувијалној равни Млаве (Степановић, 2007).



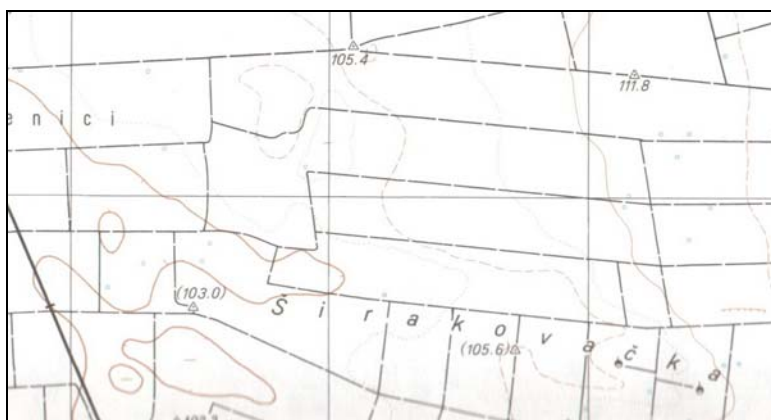
*Слика 16. Фосилизована дина Рамско-затоњске пешчаре*

*између Речице и Рама (Фото: М. Степановић, 2007)*

Еолски песак навејан је делимично и преко старијеплеистоценске делувияно-пролувијалне седименте „Кличевачке серије“, од 100 до 105 m а.в.

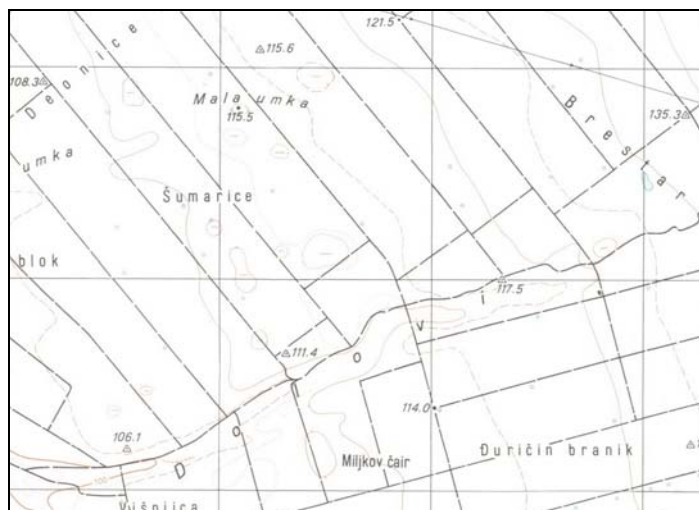
Суфозивним и корозивним процесима у источном делу Стига створене су плитке, тањирасте, округласте или издужене лесне вртаче. Дубине им се крећу од 2 до 3 m, а ширине 50-600 m.

Сува и плитка Сираковачка долина протеже се од потеса Церје, северно од Сиракова, и усмерена је ка Млави. На подручју Дрмна ширина јој се повећава и неприметно спаја са алувијалном равни матичне реке. Анализом топографске карте крупног размера (1:25000), могуће је претпоставити да је река са источне стране, која припада сливу Пека, извршила пиратерију над горњим делом тока Сираковачке реке. На тај начин јој је учинила део корита, а тиме и долине, низводно од укрштања магистралног пута Пожаревац-Велико Градиште и пруге Пожаревац-Кучевом фосилним, односно без хидрографске функције.



*Карта 15. Суфозионо-корозивна Сираковачка долина са лесним вртачама  
(Преузето са топографске секције Пожаревац 4-1, 1:25 000)*

Типичан еолски песак на стишкој страни изграђује мање фосилизоване дине висине до 5 m.



*Карта 16. Сува еолска долина Долови и лесне вртаче  
(Преузето са топографске секције Пожаревац 4-1, 1:25 000)*

Сува Суфозионо-корозивна долина Долови усмерена је ка Млави, има правац североисток-југозапад, а настаје активном долиницом Избељане.

Суфозивним и корозивним процесима настали су елементи рељефа везани за лесоидне насlage, карактеристичне по слабом површинском спирању, израженој порозности и великом честином вертикалних пукотина, слабо израженој стратиграфији и садржајем калцијум карбоната.

### АНТРОПОГЕНИ РЕЉЕФ

Интензивна експлоатација лигнита на простору Ћириковца и Дрмна, мења из дана у дан савремен изглед рељефа у овом делу Стига. На једној страни остају огромне депресије на месту угљенокопа, а на другој страни, депоновани материјал изграђује наглашене брдовите пределе висине и до 50 метара.

Деструктивне облике представљају и усеци различите намене и диманзија. На алувијалној равни Млаве и њених притока у Стигу су усечени бројни мањи канали у оквиру ширих мелиоративних захвата, односно регулисања водотокова ради спречавања изливања великих вода, затим ради површинских копова и заштите одлагалишта откривке, јаловине, пепела и шљаке. Усеци су добро изражени на терену под лесним покривачем на потесу између Курјаче, Сираково, Кличевац и Речица.



Слика 17. Фосилизовано јаловиште  
(Фото: М. Степановић, 2007)



Слика 18. Рецентно јаловиште

Конструктивни облици антропогеног рељефа су, такође заступљени. У Стигу су посебно изразити вештачки насипи у долини Млаве и у приобаљу Дунава, који осим одбрамбене функције (спречавање надирања високих вода) често представљају подлогу за изградњу саобраћајница. Обала Млаве од моста код Старог Костолца до ушћа у Дунав обезбеђена је бетонским насипима дуж којих се одвија саобраћај.

## КЛИМАТСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ

Климатске прилике Стига представљају резултат деловања бројних фактора, како ширег, тако и локалног значаја.

При утврђивању припадности неке регије одређеном климатском типу, полазне основе су многобројни фактори који тај тип условљавају: географска ширина, надморска висина, удаљеност од Атлантика и Средоземља, геолошка грађа, хидролошке прилике, педолошки покривач и фитогеографске одлике. Скуп наведених чинилаца даје печат основним климатским елементима (средњим и екстремним вредностима), чије деловање на природне и друштвене процесе има велики значај.

Основни фактори, који утичу на климу Стига су: географски положај, ваздушне масе из Руске низије и са Атланског океана, планински венци Карпата, Динарида и Алпа.

Ово подручје, у односу на географски положај, припада умерено континенталном типу климе. Одликује се: хладним зимама, топлим летима и израженим прелазним периодима. Једна од одлика климе овог дела Источне Србије је и та што прелазна годишња доба некада трају врло кратко. Овакве појаве су неповољне, како за развој биљака, тако и за хидрографске прилике.

Ваздушне масе из Руске низије доприносе континенталним одликама климе, јер доносе утицај поларних ваздушних маса, док ваздушне масе са Атлантика доносе влажно и топло време. Пресудан значај на климу Панонске низије имају антициклонална и циклонална стања, која се као акциони центри формирају изнад Руске низије, Атлантика и Средоземља. Временске прилике током зиме су под утицајем циклонске активности са Атлантика и Средоземног мора, које у почетку доносе облачно, влажно и кишовито време. Под утицајем зимског, сибирског антициклона, време се врло брзо мења хладним и снежним временом. Лети је ово подручје често под утицајем Азорског антициклона, са доста стабилним и топлим временом и повременим пљусковитим кишама. Својим положајем и правцем пружања, Алпи и Динариди спречавају продор ваздушних маса са Атлантика и Средоземног мора, па су ублажујући



маритимни утицаји доста ограничени на овом простору. Знатно нижи и мање пространи Карпати мања су препрека ваздушним масама из Руске низије, које потенцирају температурне екстреме.

Поред тога, на климу Стига знатно утичу педолошки покривач и оскудна вегетација у басену Млаве. Лети се горња површина лако и брзо загреје, а зими брзо расхлади. Услед тога је лети јака инсолација, а почетком зиме радијација.

Обрада свих климатских елемената, осим падавина, вршена је према подацима најближе метеоролошке станице вишег реда у Великом Градишту, за период од 1990. до 2009. године. Падавине у Стигу су обрађене према подацима падавинских станица у Раму, Костолцу, Смољинцу, Батуши и Кобиљу, за исти период.

### Температура ваздуха

Температура ваздуха је један од најзначајнијих климатских елемената и важан показатељ климе неког подручја. Заједно са температуром и врстом подлоге (матични супстрат, тло, вегетација, вода, снег и др.), утиче на интензитет и величину испаравања воде, влажност ваздуха, облачност, падавине итд. Температура ваздуха утиче на формирање главних карактеристика осталих климатских елемената, као и на распрострањеност органског света.

Температура ваздуха је један од основних климатских елемената, јер омогућује одређен увид у тоplotно стање атмосфере у овом делу Источне Србије и у зависности је од географске ширине овог простора, надморске висине, орографских црта, експозиције, облачности и замућености ваздуха.

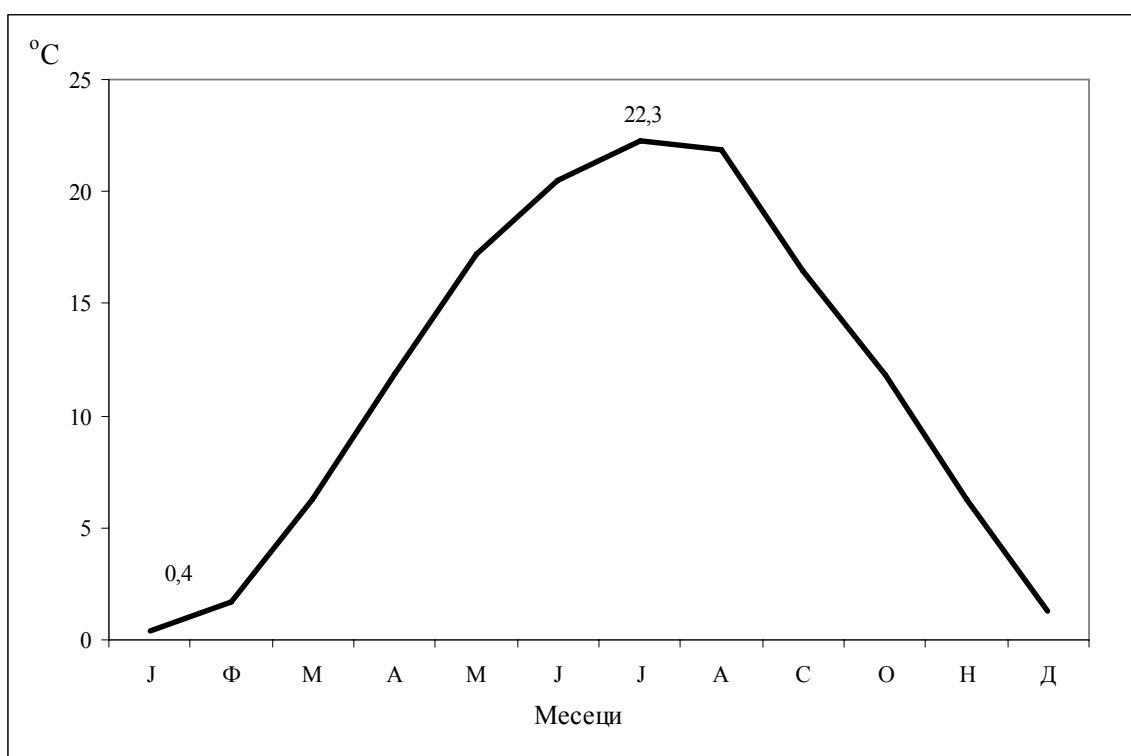
*Табела 2. Средње месечне и средња годишња температура ваздуха (у °C) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.*

Мес.	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Ср. год.
<b>Т°C</b>	0,4	1,7	6,3	11,9	17,2	20,5	22,3	21,9	16,5	11,8	6,3	1,3	<b>11,5</b>

*Извор: СХМЗ Београд*

Анализирањем средњих месечних и средњих годишњих температура ваздуха за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. године, јасно се може уочити да је најхладнији месец јануар са просечном температуром од 0,4°C. Најтоплији месец је јул са просечном температуром ваздуха 22,3°C. Температурна амплитуда у обухваћеном периоду износи 21,9°C, што указује на континенталност климата. Средња годишња вредност температуре ваздуха је 11,5 °C.

*Прилог 13. Графички приказ кретања средње месечних вредности температуре ваздуха (у °C) у Великом Градишту у периоду 1990-2009. год.*



Одступања од просечних, вишегодишњих вредности температура ваздуха огледају се у средњим вредностима истих месеци у обухваћеном периоду. Тако је од 1991. до 2009. године, најтоплији био август 1992. године са просечном температуром од 24,8 °C, што је за 2,9 °C виша вредност од просека у обухваћеном периоду (21,9 °C). Такође, и јул 2007. године са 24,5 °C, био је топлији од двадесетогодишњег просека за 2,2 °C. Одступања су осетна и код средњих годишњих вредности. Најтоплије су биле 2001. (12,7 °C) и 2007. година (12,6 °C), као последица високих средњемесечних

вредности током лета и топле јесени. „Најхладније“ су биле 1991. (10,3 °C) и 1997. (10,4°C), односно године када је био нагли пад температуре од лета ка јесени, као и оштро негативних вредности у децембру (-2,8 °C).

Табела 3. Средње температуре ваздуха по годишњим добима и у вегетационом периоду (у °C) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.

	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Вегетациони период
Т°C	1,1	11,8	21,6	11,5	18,4

Извор: СХМЗ Београд

Посматрано по годишњим добима, лето је у просеку најтоплији део године са 21,6°C, а зима најхладнији са 1,1°C. Температурни прелаз од зиме ка лету је нешто бржи него од лета ка зими, што такође указује на карактеристике умерено континенталне климе. Због тога је пролеће са 11,8°C, нешто топлије од јесени са 11,5°C.

Битна карактеристика температурног режима Стига је смењивање жарких и свежих лета са хладним и благим зимама, што је једна од основних карактеристика поднебља Источне Србије.

Просечне температуре ваздуха током вегетационог периода (IV-IX) износи 18,4°C, што веома погодује развоју културних и самониклих биљних врста.

Будући да просечне месечне и годишње температуре ваздуха не могу у потпуности да окарактеришу термички режим стишке територије, анализираће се средње месечне максималне и минималне температуре ваздуха, као и апсолутне максималне и минималне температуре ваздуха.

Апсолутни максимум температуре од 43,6°C забележен је 24. јула 2007. године, када је лето имало просек од 23,3 °C, а средња годишња износила 12,7 °C. Секундарни максимум од 40,9°C забележен је 4. јула 2000. године, када је лето имало просек од 22,7 °C, а година била најтоплија са 12,7 °C.

Интересантно је напоменути да је апсолутни минимум износио -22,2°C, а измерен је 26. јануара 2000., односно у „најтоплијој“ години. Секундарни минимум био је 7. фебруара 2005. године и износио је -20,0°C.

Амплитуда између екстремних вредности температура ваздуха у периоду између 1991. и 2009. године, износила је 65,8°C, што, такође, потврђује континенталност климе Стига.

*Табела 4. Средње месечне вредности апсолутно максималних вредности температура ваздуха (у °C) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.*

Мес.	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
<i>max</i> T°C	4,0	6,7	12,3	18,1	23,7	27,1	29,3	29,5	23,4	17,8	10,6	4,5	<b>17,3</b>

Највиша апсолутна средње месечна температура ваздуха у обухваћеном периоду у просеку је у августу и достиже 29,5°C, незнатно нижа је у јулу са 29,3°C, а просек у првом летњем месецу, јуну је 27,1°C. Најмање вредности имају јануар (4,0°C) и децембар (4,5 °C), док је просечна годишња вредност апсолутних температура 17,3 °C.

*Табела 5. Средње месечне вредности апсолутно минималних вредности температура ваздуха (у °C) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.*

Мес.	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
<i>min</i> T°C	-2,7	-2,4	1,2	6,1	10,8	13,9	15,4	15,4	11,3	7,2	2,7	-1,5	<b>6,5</b>

Средње месечне апсолутно минималне температуре ваздуха јављају се у зимским месецима: јануару (-2,7 °C), фебруару (-2,4 °C) и децембру (-1,5 °C). Међутим, негативне вредности се јављају у свим месецима, сем у три летња (јун, јул и август). То значи да се први мразеви могу појавити већ у септембру, а позни у мају. Истина, екстремни датуми првих мразева се јављају последњих дана септембра, а позних на самом почетку маја, што у великој мери скраћује вегетациони период у овој претежно пољопривредној области и у појединим годинама наноси велику штету пољопривредним културама, нарочито поврћу и воћу.

Највише средње месечне апсолутно минималних температура су у јулу и августу (15,4 °C), док је годишњи просек 6,5 °C.

### **Ветар**

Ветрови снажно утичу на поднебље неког подручја тако што доносе климатске одлике простора са којег долазе и зато носе улогу модификатора климе. Услед кретања ваздуха долази до смењивања ваздушних маса маритимног или континенталног порекла.

Његово дејство одражава се и на друге климатолошке елементе, као што су температура и влажност ваздуха, облачност, падавине, итд. Ово се углавном односи на најчешћа кретања ваздушних маса преко ове територије, која су проузрокована неједнаким барометарским притисцима изнад Атлантског океана и Евроазијског копна. Она доносе влажне ваздушне масе, а тиме и појаву повећане облачности и влажности ваздуха и излучивање атмосферског талога у топлијем делу године, односно хладно и суво време уз пад температуре у току зиме.

У југоисточном делу Панонске низије веома су учестала ваздушна кретања проузрокована барометарским разликама на ширем простору. Велика интеррегионална кретања ваздушних маса преко Панонске низије директно се одражавају на климатске прилике и у Стигу.

Ветар има велики значај за пољопривредну производњу. Његов рад може бити користан или штетан. Користан рад ветра огледа се у томе што он доноси влажне ваздушне масе, па тиме утиче на повећање падавина, а у пролеће доприноси евапорацији влаге из земљишта и омогућава опрашивање биљака. Штетан рад ветра одражава се у зимским месецима на озимим усевима у одсуству снежног покривача. Јаки ветрови механички оштећују пољопривредне културе и односе продуктивно тле, а суви ветрови узрокују и појаву еолске ерозије. Ветар, такође има утицај и на величину облачности, количину падавина, температуру ваздуха, величину испаравања. Он непосредно или посредно утиче на органски свет и на многе људске делатности.

Табела 6. Средње честине, тишина (у ‰) и брзина ветрова (m/s) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Честина (‰)	54	60	225	235	28	45	166	125	62
Брзина (m/s)	1,6	1,3	2,7	3,7	1,9	1,4	1,9	2,4	-

Извор: СХМЗ, Београд

Ветрови са највећом честином појављивања дувају из источног квадранта и на њих отпада скоро половина свих ваздушних струјања у овом делу Подунавља. Ватар из југоисточног правца је најчешћи са 235 ‰, док је на другом месту ветар из источног правца са 225 ‰. При изласку из Ђердапске клисура, ови ветрови имају огромну снагу. Рељефна отвореност и одсуство шумских засада управних на правац дувања, омогућавају да се ветар познат као *кошава*, несметано креће, најпре кроз Браничево, односно доњи слив Пека, а потом преко ниске Божевачке греде, несмањеном снагом кроз Стиг. Кошава је најчешћи ветар у јесен и пролеће, када овој области доноси хладно и стабилно време. Због велике брзине, снижава температуру, па се има утисак да је веома хладан ветар.

Кошава оставља негативне последице у зимском периоду, када доприноси страдању стрних жита, ствара огромне проблеме у саобраћају формирањем снежних наноса, оштећује стамбене објекте и др. Међутим, овај ветар, као и северни, који има малу честину појављивања (54 ‰), веома је користан у пролећним месецима када врши исушивање превише натоњене земље, што омогућава лакшу припрему ораничних површина за обраду и сетву.

Ветрови из западног квадранта су по честини појављивања на другом месту. Ваздушне струје из западног квадранта долазе са Атлантика, доносе падавине и чине део сталне планетарне циркулације на овим географским ширинама, тзв. *западних ветрова*. Највећу честину има западно ветар са 166 ‰, док северозападни ветар има нешто мању честину са 125 ‰. Оба ветра доносе велику количину падавина у

току читаве године (лети, у виду краткотрајних, обилних пљускова и зими у виду суснежице). Они су нарочито учестали у вегетационом периоду, што погодује биљкама у развоју.

Ветрови из осталих праваца имају знатно мању частину од ветрова који дувају из источног и западног квадранта.

Из правца североистока (60 %) и севера (54 60 %, дакле са Карпата, дувају ветрови карактеристични за хладнији део године, који доносе стабилно, хладно и суво време, познато као *сувомразица*.

Југоисточни део Панонске низије, а тиме Пожаревачко Подунавље, односно и Стиг, познат је као најветровитији део Србије. Релјефни склоп локалног значаја, као и правац сталних ваздушних струјања, условили су малу частину појављивања тишина током године, која у просеку износи само 62 %.

О особинама најчешћег ветра у Великом Градишту, С. Вујадиновић истиче да „кошава не доноси кишу, већ одражава суво и хладно време. Кише падају после кошаве. Она се јавља на махове а поједини удари могу достићи брзину од 36 m/s или 93 km/čas. Кошава обара слабе димњаке, ломи и изваљује дрвеће из земље“ (1936).

Кошава, односно који из правца југоистока дува из Ђердапске клисуре, у просеку има брзину од 3,7 m/s, а ветар са истока просечну брзину од 2,7 m/s. Пролећни или јесењи удари ових ветрова на отвореном Ђердапском језеру и у приобаљу, достижу често брзине и преко 120 km/čas.

Близна Карпата онемогућава значајнији удео североисточног (1,3 m/s) и северног (1,6 1,3 m/s), односно југозападног ветра (1,4 m/s), због заклоњености Хомољским планинама (табела 6).

Отвореност Пожаревачког Подунавља и близина Великог Градишта према Ђердапској клисури из које дува најчешћи ветар – кошава, условљавају просечно велики број дана са ветром местимично олујне снаге. То се посебно односи на хладнији део године, када источни и југоисточни ветар показују највећу частину појављивања.

Табела 7. Просечан број дана по месецима са ветровима  $>6 \text{ В}$  и  $>8 \text{ В}$  за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.

Мес.	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
Дана $>6 \text{ В}$	10	9	15	14	12	8	6	7	8	11	14	10	126
$>8 \text{ В}$	3	3	3	3	1	1	1	1	1	2	4	4	27

Извор: СХМЗ, Београд

Април у просеку има 15 дана са ветром јачине  $>6 \text{ В}$ , а по један дан мање, април и новембар. Одступања у истом месецу могу да буду знатна. Тако је новембар 1993. године имао 25 дана са ветром јачине  $>6 \text{ В}$ , октобар 2000. године, 23 дана, а март 1998. године 22 дана. Најветровитија година била је 1996. када је 175 дана дувао ветар наведене јачине. У обухваћеном периоду годишњи просек износио је 126 дана. Пролеће је најветровитије са 41. даном јачине ветра  $>6 \text{ В}$ , а затимм следи јесен са 33 дана, зима са 29 дана, док је лето најмирније са 21. даном.

Просек дана са са ветровима јачине  $>8 \text{ В}$  је знатно мањи од броја дана претходне јачине. Последњи месеци у години, новембар и децембар, имају у просеку по 4 дана са ветром јачине  $>8 \text{ В}$ . Од јануара до маја месечни просек износи 3 дана, док у топлијем делу године у просеку је 1 дан са ветром олујне јачине. Одступања од просека могу да буду веома велика. Тако је новембар 1993. године има 20 олујна дана, што је равно укупном броју дана у двадесетогодишњем периоду са ветром јачине  $>8 \text{ В}$ . Иначе, 1993. и 1996. године, у Великом Градишту је било по 52 олујна дана, што је скоро дупло више од вишегодишњег просека који износи 27 дана.



### Релативна влажност ваздуха

Релативна влажност ваздуха представља однос између апсолутне влаге ваздуха (тежина водене паре у грамима коју садржи један кубни метар ваздуха) и максималне могуће влажности коју би ваздух имао у том тренутку, на истој температури па да буде засићен. Степен влажности ваздуха зависи од интензитета испаравања. Најбитнији фактор који утиче на интензитет испаравања је температура.

Степен влажности ваздуха зависи од интензитета испаравања. Температура ваздуха је најзначајнији фактор који утиче на интензитет испаравања. Годишњи ток релативне влажности ваздуха у обрнутом је односу са годишњим током температуре ваздуха. Ваздух има мању густину у топлијем делу године и зато је потребно више водене паре да га засити. Тада су вредности релативне влажности ваздуха мање. Зими је густина ваздуха већа, па је већа и релативна влажност ваздуха. На релативну влажност ваздуха утичу и излучивања атмосферских талоба, ветар, надморске висине и др.

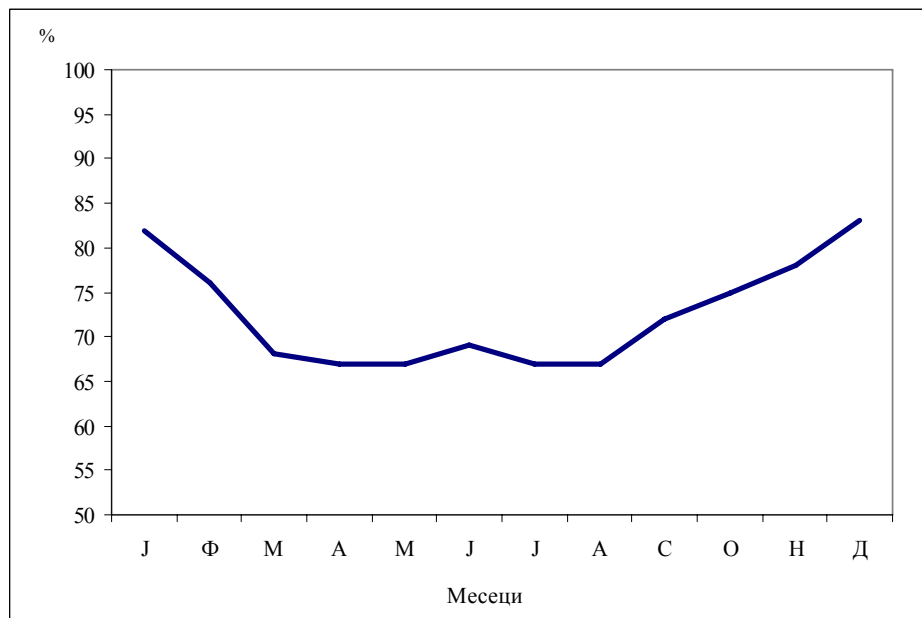
*Табела 8. Средња месечна и средња годишња релативна влажност ваздуха (у %) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.*

Мес.	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
Рел. вл. (%)	82	76	68	67	67	69	67	67	72	75	78	83	<b>73</b>

*Извор: СХМЗ, Београд*

Најнижа вредност је у априлу, мају, јулу и августу (67 %), а највиша у децембру (83 %) и јануару (82 %), док је средњи годишњи просек 73 %. У првој половини године изражена је повећана влажност а то је последица јаче циклонске активности у пролеће и у рано лето.

*Прилог 14. Графички приказ кретања средње месечних вредности  
релативне влажности ваздуха*



Посматрано по годишњим добима, зима има највећу релативну влажност ваздуха, која износи 80 %, јесен је на другом месту са 75 %, док лето са 68 % и пролеће са 67 %, имају најмању влажност.

*Табела 9. Просечна вредност релативне влажности ваздуха (у %) по годишњим добима и у вегетационом периоду за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.*

	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Вегетациони период
<b>Рел.вл. (%)</b>	80	67	68	75	68

*Извор: СХМЗ, Београд*

Релативна влажност ваздуха у вегетационом периоду износи 68 %, што веома погодује развоју биљног света у временским условима карактеристичним за летњи период.

С обзиром да су температуре ваздуха у зимском периоду често знатно испод – 10°C, у време када се релативна влажност креће преко 80 %, зимски дани могу да буду веома хладни.

## Инсолација

Осунчавање или инсолација представља дужину трајања сунчевог сјаја. Зрачење Сунца је извор живота на Земљи. Оно је од изузетног значаја за појаве у атмосфери, али такође и на тлу и у води.

На интензитет инсолације утиче више фактора: географска ширина, дужина обданице, степен облачности, експозиција рељефа, надморска висина.

Табела 10. Средње месечне и средња годишња вредност инсолације (у часовима) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.

Мес.	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Ср. год.
<b>Инолац. (h)</b>	71	102	158	188	246	268	293	279	200	153	89	59	<b>2106</b>

Извор: СХМЗ, Београд

У посматраном периоду, најосунчанији месец је јул са просечно 293 h (9,5 часова дневно) сунчевог сјаја, док је август на другом месту са 279 h (9 часова дневно). Децембар са само 59 h (1,9 часова дневно) има просечно најмање осунчаности. Средња годишња вредност осунчавања износи 2106 h, односно просечно 5,8 часова дневно. Летњи месеци имају просечно 268 h сунчевог сјаја, док зимски имају свега 73 h осунчаности, из чега се закључује да је трајање сунчевог сјаја обрнуто пропорционално годишњем току облачности.

Табела 11. Инсолација по годишњим добима и у вегетационом периоду (у часовима) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.

	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Вегетациони период
<b>Инсол. (h)</b>	232	592	1432	442	1474

Извор: СХМЗ, Београд

Из трајања инсолације по годишњим добима запажа се да лето има највећу инсолацију, која траје 1432 часа. Пролеће (592 h) има већу осунчаност од јесен (442 h), док зима има само 232 часа са сунчевим сјајем. У вегетационом периоду просечно има 1474 часа сунчевог сјаја.

### Облачност

Облачност је један од главних климатских елемената и значајан модификатор топлотног стања изнад Земљине површине. Облаци настају преласком водене паре из атмосфере у течно или чврсто стање. Од степена облачности зависи интензитет сунчевог зрачења, колебање температуре, висина падавина и др. Облачност има сличан годишњи ток као релативна влажност ваздуха, па је и она у обрнутом односу према годишњем току температуре ваздуха. Најмања просечна облачност је у јутарњим и вечерњим часовима летњих месеци.

Облачност утиче на температурна колебања и инсолацију. Са повећањем облачности смањује се температурно колебање у току дана, као и у току године и обрнуто. Са смањењем облачности долази до повећања инсолације и обрнуто (Дукић, 1997).

*Табела 12. Средња месечна и средња годишња облачност (у 1/10) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.*

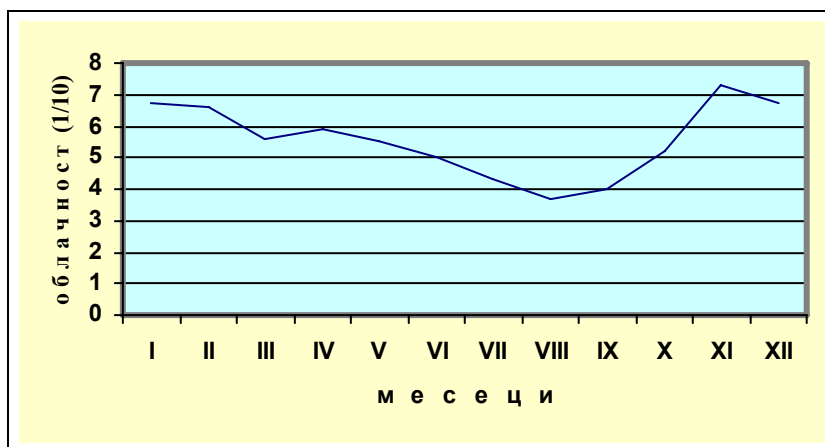
Мес.	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
Обл. (1/10)	7	6	6	6	5	5	4	4	5	5	6	7	6

*Извор: СХМЗ, Београд*

Анализом годишњег тока средње месечних вредности облачности, може се уочити знатна подударност са годишњим током средње месечних вредности релативне влажности ваздуха, док је кретање облачности обрнутом односу са годишњим током средњих месечних вредности температуре ваздуха. Ова подударност је јасно изражена у другој половини године, док је у првој уочљиво одступање, нарочито у пролећним месецима и у току лета, што је и последица нестабилне временске ситуације. Иначе, најмања просечна облачност је у јутарњим и вечерњим часовима летњих месеци са

тенденцијом повећања идући ка хладнијим месецима и опадањем облачности од јутра ка вечери од септембра до марта.

Прилог 15. Графикон 3. Графички приказ средње месечних вредности облачности (у десетинама)



Најведрији месеци су јул и август са 4 десетине покривености неба облацима, док су најоблачнији децембар и јануар са по 7 десетина. Просечна годишња вредност облачности од 1990. до 2009. године износила је 6 десетина.

По годишњим добима, највише облака има зима (7 десетина), затим следе пролеће (6 десетина), јесен (5 десетина), док је лето најведрије годишње доба са 4 десетине прекривености небеског свода облацима.

Табела 13. Средње месечне вредности облачности по годишњим добима и у вегетационом периоду (у 1/10) за метеоролошку станицу Велико Градиште за период 1990 – 2009. год.

	Зима	Пролеће	Лето	Јесен	Вегетациони период
Облачност (1/10)	7	6	4	5	5

Извор: СХМЗ, Београд

У вегетационом периоду средња облачност је 4,7, док просечна годишња вредност износи 5,5 десетина покривености неба облацима.

## Падавине

Падавине на територији Стига обрађене су према подацима добијеним мерењем на падавинским станицама Костолац, Смољинац, Батуша и Кобиље, у обухваћеном, тридесетогодишњем периоду. За режим падавина од највећег значаја су тзв. активни центри ваздушног притиска. С обзиром на географски положај Стига, њихов утицај се манифестује у циклонској и антициклонској активности, т.ј. у продорима влажних маса са Атлантика, као и зимских продора са Евроазијског копна.

Табела 14. Средња месечна и средња годишња сума падавина (у mm) у Стигу за период од 1990. до 2009. г.

Месеци Станице	Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год. сума mm)
Рам	45,4	42,7	43,7	52,6	80,8	83,2	60,2	55,2	49,4	41,1	50,2	56,4	661,4
Костолац	45,1	48,1	44,7	53,2	76,6	85,5	71,0	57,2	46,5	45,8	53,9	54,6	682,2
Смољинац	47,4	46,7	43,0	60,1	89,1	70,9	56,2	49,6	37,8	48,2	55,0	60,2	664,2
Батуша	45,3	40,9	44,7	50,5	70,4	88,3	58,1	54,4	49,1	39,4	49,7	52,2	637,2
Кобиље	51,1	59,7	51,5	73,5	95,0	92,8	68,1	53,2	32,9	46,1	56,1	58,6	739,5
<b>СТИГ</b>	<b>46,9</b>	<b>47,6</b>	<b>45,5</b>	<b>58,0</b>	<b>82,4</b>	<b>84,1</b>	<b>62,7</b>	<b>53,9</b>	<b>43,1</b>	<b>44,1</b>	<b>53,0</b>	<b>56,4</b>	<b>676,9</b>

Извор: СХМЗ, Београд

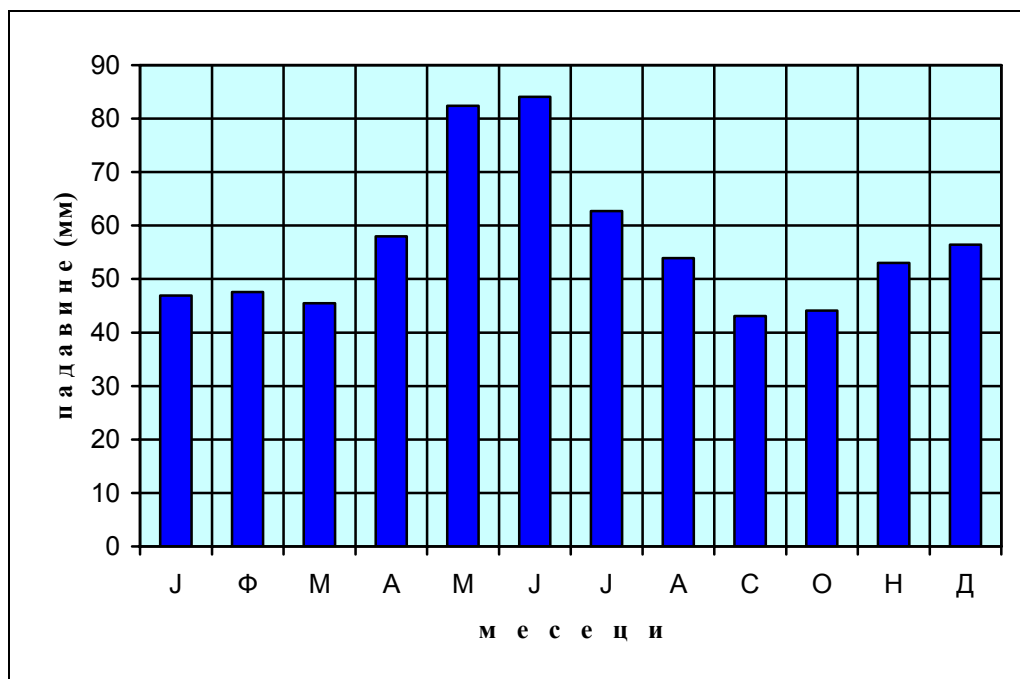
Према вредностима за средње месечних висине падавина за наведене падавинске станице (табела 13), максималне количине јављају се у јуну (84,1 mm) и мају (82,4 mm). Остали месеци у просеку имају знатно мању количину атмосферских талога.

Месец са најмањом количином падавина је септембар са 43,1 mm падавина, док је секундарни минимум у октобру, када се излучи у просеку 44,1 mm атмосферилија.

Посматрано по појединим станицама, Кобиље, село смештено у југоисточном подпланинском делу Стига, односно испод Божевачке греде, има највећу средње месечну количину падавина у мају (95,0 mm) и јуну (92,8 mm), док се у Смољинцу јавља нешто мања количина талога и то у јуну (89,1 mm).

Најмању средње месечну количину падавина, такође има Кобиље, и то у септембру (32,9 mm), а у истом месецу се јавља други минимум у Смољинцу (37,8 mm).

Прилог 16. Графички приказ средње месечних сума падавина (у mm) у Стигу



Просечна годишња сума падавина у Стигу износи 676,9 mm. Највећу суму има Кобиље (739,5 mm), Костолац је на другом месту (682,2 mm), а најмања количина атмосферилија излучи се у Батуши (737,2 mm).

У Стигу највише падавина излучи се током лета, кад падне 200,7 mm талоба или 29,7% годишње суме, а пролеће је на другом месту са 185,9 mm падавине (27,5%). Зимом падне у просеку 150,9 mm (22,3%), а најмању суму падавина има јесен са 140,2 mm (20,7%).

Табела 15. Распоред падавина по годишњим добима и у вегетационом периоду

Год. доба	ЗИМА		ПРОЛЕЋЕ		ЛЕТО		ЈЕСЕН		Вегетациони период	
Падавине (мм)	150,9	22,3 %	185,9	27,5 %	200,7	29,7 %	140,2	20,7 %	384,2	56,8 %

Извор: СХМЗ, Београд

У вегетационом периоду над Стигом падне 384,2 мм (56,8%) атмосферског талоба, што представља оптималну количину падавина потребну биљкама у време њеног развоја.

Атмосферски талози у Стигу се излучују и у облику снега, који обично почиње да пада крајем новембра, завршава у другој половини марта, али се често јавља и у првој половини априла.

Због нередовног мерења снежних падавина на метеоролошкој станици Велико Градиште, не могу се извући меродавни подаци о овим атмосферилијама, али се на основу парцијалних података запажа да се снежни покривач током 2005. године задржао на земљи од новембра до краја марта. Најдубљи снег био је 2009. године током фебруара када је нападао 33 cm.

Значај снежног покривача је веома велики и разноврстан, огледа се пре свега у заштити пољопривредних култура, воћа и винове лозе од измрзавања, а поред тога представља и значајан извор влаге. То се види из податка да слој снега дебљине од само 1 cm, при крају зиме, даје око 30 t воде по једном хектару.

За вегетациони период од посебног значаја је број мразних дана у току године, као и време јављања мраза. Мраз се појављује у октобру и траје до априла, а само у изузетним случајевима јавља се и у септембру, па можемо закључити да је број мразних дана у току вегетационог периода мали.



## ХИДРОГРАФСKE КАРАКТЕРИСТИКЕ

Територија Стига одликује се заступљеношћу оптималних количина подземних, фреатских и артешких вода и разгранатом мрежом површинских токова. Хидрографска мрежа је веома разграната. Дунав и Млава, његова десна притока са Дунавцем и бројним каналима, карактеришу Стиг као специфично хидрографско подручје.

Млава је хидрографска окосница обухваћене области. За разлику од типично планинске реке у горњем сливу, односно у Хомољу, у свом току кроз Стиг има све особине типичне равничарске реке са великим бројем меандара, мртваја и старача. Међутим, савремена морфологија у том делу терена је знатно измењена, као последица регулације корита.

Хидрографија Стига, посебно режим подземних вода, знатно је измењена интензивном експлоатацијом лигнита у северозападном делу простора, односно у костолачком угљоносном басену.

### Подземне воде

Територија Стига одликује се заступљеношћу оптималних количина подземних, фреатских и артешки вода.

Према хидрогеолошким одликама стишке територије, могу се издвојити следећа хидрографска подручја:

- басен Млаве,
- подручје лежишта „Дрмно“,
- Сопотска греда,
- алувијална раван (инундациона раван и најмлађа речна тераса) и
- алувијална раван Дунава – Костолачко острво.

**Басен Млаве**, односно алувион ове реке, изграђују шљунковито-песковите насlage које належу на источну страну Сопотске греде. Ове геолошке творевине се на истоку спајају са језерско-терасним шљунковима, који се простиру по целој равници

Стига, а на северу спајају са алувионом Дунава. Дебљина алувиона Млаве износи 2,2–10,6 m. Подина шљункова се налази између кота 61 и 69 m апсолутне висине. Издан формирана у алувиону Млаве је са слободним нивоом, а у делу где се јавља барски лес је под малим притиском. Зона простирања алувијалних седимената се поклапа са зоном храњења водоносног хоризонта. Генерални смер кретања подземних вода је од југа ка северу, а дренажа се врши у старо корито реке Млаве и делимично у новоизграђено корито.

***На подручју лежишта „Дрмно“ издвајају се следеће водоносне средине:***

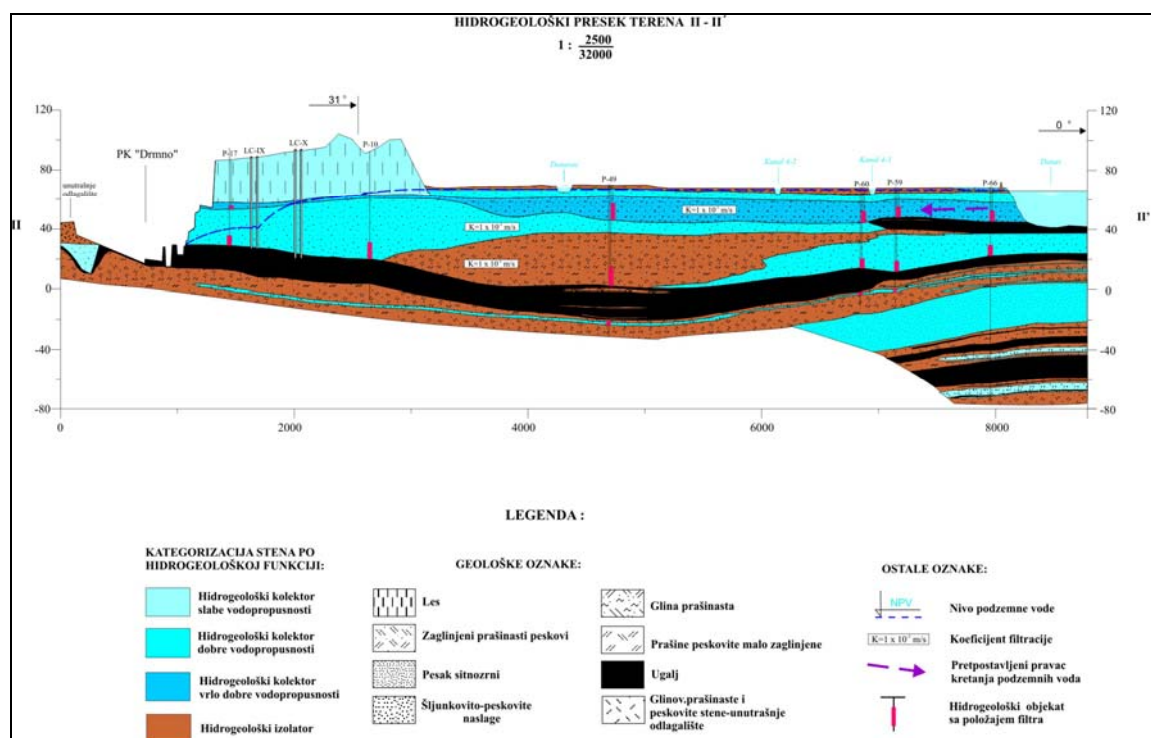
- Терасе формиране у лесу са јединственом водоносном, двослојном средином чију полупропусну повлату чине алеврити и лес;
- У повлати и између „банака“ II угљеног слоја ограниченог пространства;
- У повлати III угљеног слоја – повлатна водоносна средина и
- У подини III угљеног слоја.

Према обиму акумулација подземних вода – издан формирана у наведеним водоносним срединама и значају за проблематику водоснабдевања становништва и индустрије, као и за експлоатацију угља издвајају се само две водоносне средине : двослојевита, основна водоносна средина и повлатна водоносна средина, у повлати III угљеног слоја.

У основној водоносној средини формирана је *основна издан* субартешког типа који је условљен повлатним полупропусним налагама. У приобаљу Млаве издан је са слободним нивоом при минималном водостајима река. Границе основне издани поклапају се са границама распрострањења водоносне средине, тј. чине их Млава и Дунав.

Режим основне издани у природним условима, пре отварања површинског копа „Дрмно“ формирала се под утицајем падавине и евапотранспирација. У природним условима издан се празни у речне токове, тако да је генерална пијезометарска површ нагнута према западу и северу. Дубина до нивоа издани је од 0,5 m до 3 m у алувијалним равнима и речним терасама, а 5-20 m на подручју лесне терасе. Осцилације пијезометарског нивоа у природним условима су 2-5 m. Прихрањивање издани се врши

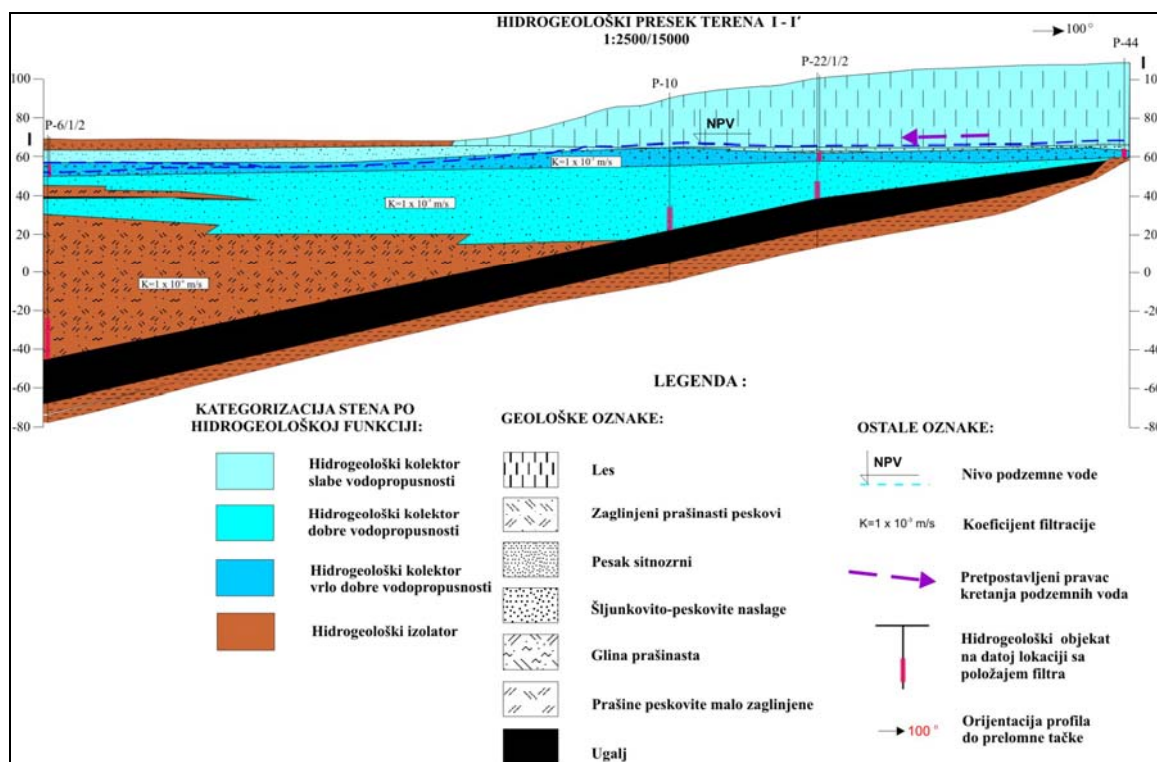
инфилтрацијом воде Млаве при високим водостајима, подземним дотицајем са јужне границе издани и посредно, инфилтрацијом од падавина кроз повлатни полупропусни слој.



Прилог 17. Хидрогеолошки профил у правцу југ - север  
(Технички пројекат заштите ПК „Дрмно“ од подземних и површинских вода, Београд)

У повлатним полупропусним наслагама у природним условима, егзистирале су акумулације подземних вода, углавном повремене, које нису имале карактеристике издани. Ове акумулације подземних вода биле су у директној или посредној хидрауличној вези са основном издани. Такође је основна издан била у хидрауличној вези са издани формираној у песковима у повлати трећег угљеног слоја. Регулацијом корита Млаве, формирањем успора Млаве изградњом бране „Бердап“, режим основне издани је измењен. Дрстиче измене режима ове издани започете су предодводњавањем и одводњавањем површинског копа „Дрмно“ од 1983. године. Основна издан је практично издренирана на великом подручју северно од водонепропусног екрана у јужном делу лежишта и југоисточно од линије распрострањења другог угљеног слоја.

Основна издан је захваћена за водоснабдевање Брадарца и за потребе Управе површинског копа „Дрмно“.



Прилог 18. Хидрогеолошки профил у правцу исток - запад

(Извор: Технички пројекат заштите ПК „Дрмно“ од подземних и површинских вода, Београд)

У водоносној средини коју чине пескови у повлати трећег угљеног слоја формирана је тзв. „повлатна“ издан, која је регионалног пространства – простира се на целом Костолачком угљеном басену. На подручју лежишта „Дрмно“, повлатна издан је, у природним условима, била субартешког, локално артешког типа и била је у посредној, кроз мање пропусни завршни део пескова, хидраулачкој вези са основном издани. Њене границе у северном делу су практично границе основне издани. У југозападном делу лежишта, у зони исклињавања ове водоносне средине, хидрауличка веза основне и ове издани је директна.

Режи издани пре почетка одводњавања површинског копа „Дрмно“ диктиран је режимом основне издани из које се ова издан прихрањује у време високих пијезометарских нивоа основне издани. У природним условима пијезометарски нивои

ове издани су изједначени са пијезометарским нивоима основне издани, при чему су амплитуде осцилације пијезометарских нивоа мање него у основној издани.

Одводњавањем површинског копа системом дренажних бунара пијезометарски ниво је спуштен за око 50 m. Даља експлоатација угља, уз рад одговарајућих дренажних система, површински коп ће бити најнижи гравитациони базис ка којем ће се кретати све подземне воде на подручју лежишта „Дрмно“!

**На подручју Сопотске греде** акумулације подземних вода, односно издани, формиране су у следећим водоносним срединама:

- У повлати првог угљеног слоја, изнад којих је водопропусни слој леса;
- У повлати II угљеног слоја;
- У подручју алувијалне равни и речне терасе Млаве и
- У подини III угљеног слоја.

Пре почетка експлоатације угља формиране издани су биле сложеног хидрауличког механизма – са слободним, субартеским или артеским нивоом.

Издан формирана у водоносној средини у повлати првог угљеног слоја имала је слободан ниво у периоду ниских падавина и субартески ниво при високим падавинама. Издани формиране у водоносним срединама у повлати другог и трећег угљеног слоја су биле субартеског и артешког типа.

Речни токови Дунав и Млава представљали су најнижи базиси ка којима су кретале и истицале подземне воде. У хипсометријски вишим деловима водоносних средина, изнад речних долина, подземне воде су истицале на ободима Сопотске греде у виду извора мале издашности и пиштевина.

Јамском и површинском експлоатацијом угља режим ових издани је потпуно измењен. У подручју лежишта „Кленовник“ и „Тириковац“ све подземне воде изнад другог угљеног слоја су углавном издрениране.

Хемијски састав подземних вода у подручју Пожаревачке греде је исти као и повлатне издани у подручју лежишта „Дрмно“.

**На подручју Костолачког острва** двослојна водоносна средина слична је као и водоносне средине у алувиону Млаве. С обзиром да се острво налази између Дунава на северу и рукавца Дунава – Дунавца на југу, формирана је слободна издан која је у директној хидрауличкој вези са Дунавом.

Затварањем Дунавца на његовом почетку и завршетку, изградњом канала за довод дунавске воде за термоелектрану, регулацијом Млаве чије ново корито иде преко острва, изградњом мелиорационих канала и црпних станица „Колиште“ на узводном и црпних станица „Речице“ и „Завојске“ на низводном делу Дунавца, режим подземних вода се диктира одржавањем ниских водостаја у затвореном Дунавцу. При високим водостајима воде Дунава се инфилтрирају у водоносну средину. При изједначеним нижим водостајима Дунава и Дунавца подземне воде се изливају делом у Дунав, а делом у Дунавац



*Слика 19. Дренажни канал на Костолачком острву са црпном станицом „Завојска“  
(Фото: М. Степановић, 2011)*

Дренажним каналима и радом црпних станица одржавају се нивои подземних вода који у већем делу острва омогућују нормалну пољопривредну производњу.

Између канала за довод воде за термоелектрану и регулисаног корита Млаве („Средње острво“) последњих година се одлаже пепео и шљака из термоелектрана.

Хемијски састав подземних вода углавном не одговара квалитету вода за пиће, посебно у подручју депонија пепела и шљаке.

Изградњом ХЕПС „Ђердап I“ режим „прве“ издани је у потпуности измењен. Издан је са сталним субартешким нивоом, а системом магистралних канала са

самоизливним бунарима и препумпавањем вода у Дунав, одржавају се нивои подземних вода у повлатном полупропусном слоју на дубини која омогућава коришћење целе депресије за пољопривредну производњу током читаве године.

Квалитет подземних вода „прве“ издани и субартешких издани у повлатним и међуслојним водоносним срединама карактерише повећан садржај гвожђа, док су остале компоненте хемијског састава испод максимално дозвољене количине.

### Типови издани

У зависности од положаја хидрогеолошких колектора и структурног типа порозности, генерално се могу издвојити следећи типови издани:

- збијени тип издани формиран у творевинама холоцена,
- збијени тип издани формиран у лесним наслагама,
- збијени тип издани у шљунковима и песковима
- збијени тип издани у песковито прашинастим наслагама у кровини III угљеног слоја и
- збијени тип издани у песковито прашинастим наслагама у подини III угљеног слоја.

*Збијени тип издани у творевинама холоцена* има највеће распрострањење у алувијалним творевинама које су формиране дуж површинских токова реке Дунава и Млаве. Поред тога, збијени тип издани је формиран у еолским песковима и песковитим пролувијалним конусним плавинама.

Алувијалне творевине изграђују шљункови и пескови чија се дебљина креће у подручју тока Млаве од 2 до 4 m, а у алувијалној равни Дунава од 1,3 - 13,3 m. У алувијалним наносима у Доњем Костолачком острву и Кличевачко-рамском рити изнад шљунковито песковитог слоја заступљене су глиновито-прашинасте насlage са променљивим садржајем глиновите фракције, а местимично се јављају већа или мања сочива прашинастих глина, дебљине до 2 m.

Ниво подземних вода збијене издани у алувијалним наслагама, налази се на дубини 2 - 3 m.

Алувијалне насlage су у директној хидрауличкој вези са површинским водама Дунава и Млаве. Осцилације водостаја у овим токовима се директно одражавају на осцилацију нивоа издани, а на простору површинског копа Дрмно, режимом одводњавања копа.

*Збијени тип издани у лесним наслагама* је формирана у лесу који изграђује највећи део костолачког басена, као и у делувијалним алеврита и лесоидних пескова. Узевши у целини, лесни седименти имају релативно слабу водопропусност. Услед одводњавања површинског копа Дрмно изданске воде у лесним наслагама су у ужој зони око површинског копа издрениране. Изданске воде у лесним наслагама су са слободним нивоом и прихрањивање се врши искључиво на рачун инфилтрације од падавина.

*Збијени тип издани у шљунковима и песковима* у доброј је хидрауличкој вези са збијеним изданима формираним у алувијалним седиментима Дунава и Млаве. Ниво издани је субартески у природним условима, док је у условима одводњавања у зони око површинског копа ниво издани слободан.

*Збијени тип издани у песковито прашинастим наслагама у кровини III угљеног слоја* је субартешког типа и у директној је хидрауличној вези са издани формираној у шљунковитим седиментима.

*Збијени тип издани у песковито прашинастим наслагама у подини III угљеног слоја* је ограниченог простирања и дебљине од 3 до 5 m, раслојен местимично прослојцима сиво плавих глина. У алувијалној равни Дунава у подини III угљеног слоја, утврђено је постојање слојева песка дебљине 100 m, у којима је формирана *артешка издан*.

Са аспекта оводњености лежишта угља Дрмно, најзначајнији утицај има збијени тип издани који је формиран у песковитом и шљунковито-песковитом комплексу творевина понта и шљунковитопесковитим творевинама квартара.

### **Режим подземних вода**

Режим подземних вода на ширем простору површинског копа Дрмно, формира се под утицајем следећих фактора:

-*Површинских токова Дунава и Млаве, и Дунавца*, који су главни извори прихрањивања кровинске збијене издани, формиране у шљунковито-песковитим и песковитим седиментима;

-*Вертикалног биланса* (инфилтрација падавина, испаравања);

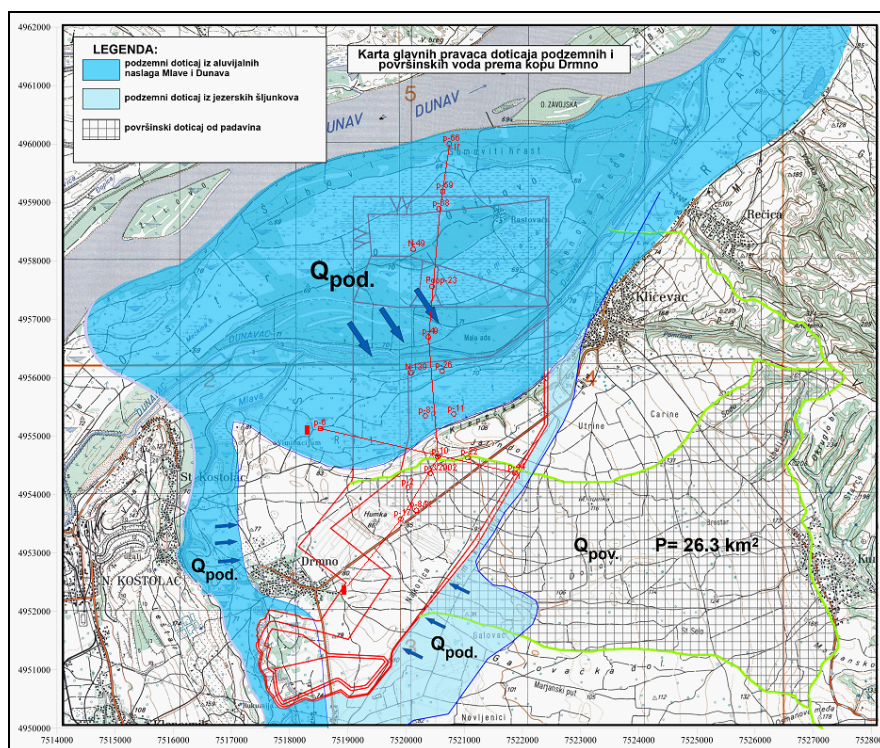


– *Подземног дотока* по контурама копа у Костолачком басену, на контакту водопрпусних и водонепропусних стенских маса. Овај дотицај се формира на рачун инфилтрираних вода од падавина у ширем подручју копа и речних вода;

– *Интензивног одводњавања* кровинских наслага угља дренажним бунарима.

Под утицајем наведених фактора, нивои подземних вода осцилују на различитој дубини од површине терена. На основу осматрања подземних вода у бунарима и пијезометрима у различитим временским периодима и то у зони површинског копа Дрмно, ниво подземних вода се налази у кровинском хидрогеолошком колектору изграђеном од ситнозрног песка накотама од 30 до 55 m.

У алувиону Дунава режим издани је под утицајем хидромелиорационог система који се састоји од мреже канала са црпним станицама Речица и Завојска, укључујући и корито Дунавца. Сливови црпних станица су међусобно повезани каналом, тако да је у раду само једна црпна станица.



Прилог 19. Правци дотицаја подземних и површинских вода ка површинском копу Дрмно  
(Технички пројекат заштите ПК „Дрмно“ од подземних и површинских вода, 2008)

**Утицај подземних и површинских вода  
на експлоатациона поља костолачких угљенокопа**

Површинска експлоатација угља у Костолачком басену подразумева и квалитетно одводњавање, под којим се подразумева да је систем одводњавања састављен од објеката који по својим капацитетима могу да обезбеде сакупљање и одвођење површинских вода и успешну заштиту од подземних вода.

Експлоатација угља на површинском копу Дрмно врши се у сложеним хидрогеолошким условима, када се у завршној фази експлоатација угља обавља на дубини копа од 150 m, а директно изнад угљеног слоја лежи дебео комплекс песка са алувијалним шљунком у коме је формирана јединствена издан збијеног типа. Ова издан је преко алувијалног шљунка у хидрауличкој вези са водом из Млаве и Дунава.

Спуштањем нивоа етажних равни у дубину, отварају се практично сви водоносни хоризонти, који се морају претходно објектима одводњавања издренирати, како би се обезбедила стабилност етажа и сигурност опреме и људства током експлоатације лежишта.

Заштита површинског копа Дрмно од прилива подземних и површинских вода спроводи се са два независна система одводњавања: системом заштите од подземних вода и системом заштите од површинских вода.

За заштиту копа Дрмно од *површинских* и истеклих подземних вода из косина етажа, примењују се стандардни објекти заштите: етажни канали, водосабирници, пумпне станице и потисни цевоводи.

Унутар површинског копа, на најнижој коти тренутног откопа (-16 m а.в), лоциран је главни водосабирник који представља реципијент за све површинске и подземне воде истекле из косина етажа и воде прикупљене интервентним водосабирницима, и до њега спроведене мрежом канала.



Слика 20. Главни водосабирник (Фото: М. Степановић, 2011)

Из главног водосабирника испумпава се вода у одводни цевовод и даље магистралним цевоводом гравитационо одводи у Млаву, Дунавац и канал расхладне воде ТЕ „Дрмно“.

Систем заштите од *подземних вода* на површинском копу Дрмно је комбинованог типа, односно састоји се из дренажних бунара, водонепропусног екрана, етажних канала, водосабирника и пумпних станица. Бунари дренажују све водоносне хоризонте у повлати III угљеног слоја са задатком обарања нивоа подземних вода.

У Млаву се испумпане воде испуштају на два места: западно и југозападно од експлоатационог поља.

На првом уливном пункту вода се не испушта директно у Млаву већ се из главне одводне линије уводи у канал-базен расхладне воде термоелектране Дрмно.

На другом уливном пункту вода се одводи према Млави са два паралелна цевовода до преливне пумпне станице, одакле се вода магистралним цевоводом спроводи до реке гравитационо све док је водостај Млаве на коти од 70,7 m. Када ниво Млаве порасте изнад ове коте, вода из магистралног цевовода се затварањем вентила усмерава ка водосабирнику изграђеном близу преливне пумпне станице. Активирањем пумпи на преливној пумпној станици, вода се под притиском одводи у реку Млаву.

Просечно се у Млаву испумпава око 180 l/s.

У Дунавац се усмерава испумпана вода из копа цевоводном линијом пројектованог протицаја од 1100 l/s.

Заштита *унутрашњег одлагалишта* површинског копа Дрмно од површинских вода спроводи се етажним каналима, водосабирницима и пумпним постројењима. Вода од атмосферских падавина и истекла подземна вода се прикупља у водосабирнику-акумулацији на југозападу унутрашњег одлагалишта.

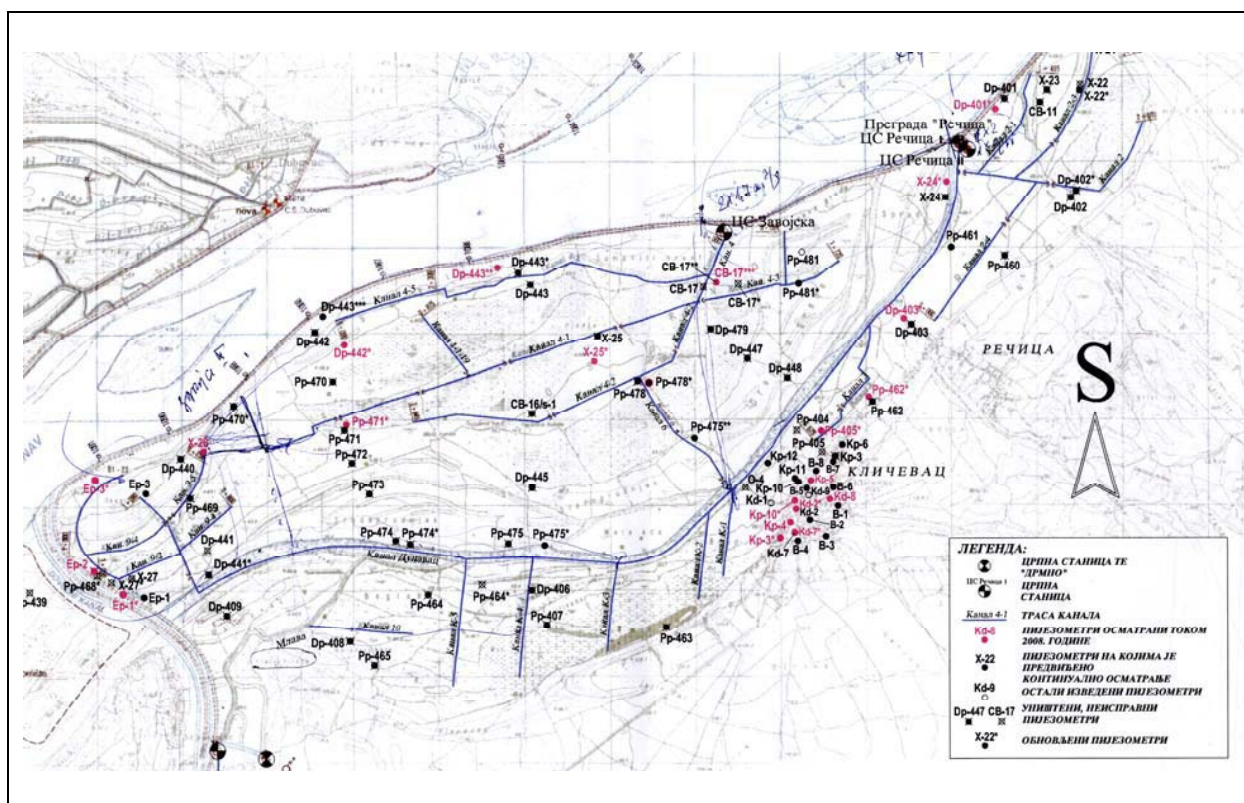


Слика 21. Црпна станица „Завојска“ (Фото: М. Степановић, 2011)

У приобаљу Дунава, на Доњем костолачком острву, за заштиту терена од високих нивоа подземних вода након изградње ХЕ Ђердап, урађен је систем дренажних канала са црпним станицама (Речица 66,4 m) и Завојска (65,1 - 65,6 m). Капацитет црпне станице Завојска је довољан за евакуацију воде из система дренажних канала, а црпне станице Речица укључују само по потреби.

Изградом *етажних канала* вода од атмосферских падавина, као и вода из косина се прикупља и спроводи до главног водосабирника на дну копа, одакле се испумпава два пумпама од којих једна испумпа током једног месеца око  $305\,000\text{ m}^3$  воде, док друга ради по потреби. При садашњем степену експлоатације угља у количини  $9 \times 10^6\text{ t}$  угља годишње, недостаје још 4 пумпи, како би систем за заштиту копа Дрмно од површинских вода добро функционисао, а производња несметано обављала.





Прилог 19. Положај канала у приобаљу Дунава

(Технички пројекат заштите ПК „Дрмно“ од подземних и површинских вода, 2008)

Основна концепција заштите површинског копа „Дрмно“ од подземних вода састоји се из система дренажних бунара, водонепропусних екрана, система етажних и дренажних канала и водосабирника.

Поред израде нових баража бунара испред откопног фронта, чија израда мора да предњачи у односу на динамику напредовања рударских радова, неопходно је извршити активирање свих бунара у баражама које су изграђене око површинског копа. Због велике заводњености и формирања издани у телу унутрашњег одлагалишта, приоритет је да се спречи прилив воде из алувијалних наслага Млаве, а потом да се постепеним дренажањем вода из тела одлагалишта дренажним каналима избацује из експлоатационог поља, а тиме створе услови за даљу надоградњу унутрашњег одлагалишта.

Улога бунара је у спречавању дотицаја подземних вода према контури копа. Издашност бунара на површинском копу Дрмно је у дијапазону од 0,5 до 15 l/s.

Као последица снижења нивоа подземних вода у источном делу површинског копа је смањена издашност бунара. У подручју старије речне терасе Млаве и лесне терасе хидрогеолошки колектори су практично издренирани.

Највећа снижења пијезометарских нивоа кровинске издани (око 47 m), догодило се у северозападном делу копа, северозападно од села Дрмно, где се ниво одржава око кота 20 до 35 m.

Бунари чији је задатак да спрече прилив воде из алувијалних наслага Млаве у одложене масе на унутрашњем одлагалишту нису сви у функцији, тако да се услед прилива подземних вода, висина заводњености одложених маса у простору унутрашњег одлагалишта повећава. Такође, вода око унутрашњег одлагалишта већ је избила на површину терена и на појединим местима се акумулирала.



*Слика 22. Акумулација подземне воде око унутрашњег одлагалишта  
(Фото: М. Степановић, 2011)*

За спречавање дотока подземних вода у контуру површинског копа, урађен је током 1984. године екран дужине око 2625 m, ширине 0,6 m и дубине од 12 до 30 m, са уклињењем од 1 до 1,5 m у водонепропусни слој.

Заштита унутрашњег одлагалишта површинског копа Дрмно од површинских вода из алувијалних наслага Млаве, спроводи се етажним каналима, водосабирницима и пумпним постројењима. Вода од атмосферских падавина се прикупља у

водосабирницима-акумулацијама унутрашњег одлагалишта, а потом се препумпава у главни водосабирник (слика 20).



Слика 23. Преливна пумпна станица и одводни челични цевовод ( $\varnothing 1400$  mm)  
(Фото: М. Степановић, 2011)

С обзиром да већина бунара није у функцији, услед прилива подземних вода висина заводњености одложених маса у простору унутрашњег одлагалишта се повећава. Вода се магистралним цевоводом спроводи до Млаве гравитационо све док је њен водостај на коти од 70,7 m. Када ниво Млаве порасте изнад ове коте, вода из магистралног цевовода се затварањем вентила усмерава ка водосабирнику изграђеном близу преливне пумпне станице. Активирањем пумпи на преливној пумпној станици, вода се под притиском одводи у реку Млаву.

### **Квалитет подземних вода у извориштима водоснабдевања**

Снабдевање водом за пиће у Стигу, а пре свега на простору Пожаревца и Костолца, врши се искључиво захватањем плитких и плићких изданских вода из алувијалних и водоносних, квартарних седимената, а делимично и из плиоцених (плићких) издани (шљункови, песковити шљункови и пескови).

Изданске средине изграђене од слабевезаних творевина зрнасте структуре су веома богате подземним водама које се у басену доњег слива Млаве захватају претежно цевним бунарима, а незнатно и копаним бунарима.

Основна издан захваћена је на неколико изворишта. Из изворишта „Меминац“ и „Кључ“ снабдевају се водом за пиће и индустрију град Пожаревац, село Ћириковац и насеље Забела; из изворишта „Ловац“ у Костолцу, снабдевају се град Костолац, Стари Костолац, село Дрмно, село Кленовник и површински коп „Ћириковац“ и из изворишта „Забела“ водом се снабдева КПД „Забела“. Потенцијално извориште „Петка“ у приобаљу Дунавца због врло лошег квалитета подземних вода још увек није отворено и „Дрмно“ због драстичног снижавања нивоа подземних вода после изградње водосабирних система угљенокопа Дрмно.

Последњој деценији нешто су прекорачене граничне максимално дозвољене количине (МДК) нитрата у подземној води бројних изворишта на обухваћеној територији. Само местимично се у води изворишта констатовани у нешто повећаним концентрацијама и гвожђе односно ређе манган, односно амонијак.

Изворишта „Меминац“, „Кључ I“, „Брадарац“ због изузетно високих концентрација нитрата у води, уколико се не предузму хитне мере заштите, налазе се пред затварањем, док је извориште „Кључ II“ у фази почетних загађења.

Вода изворишта „Меминац“ је практично неупотребљива за пиће јер су концентрације нитрата у води већ више година знатно изнад МДК 60-120 mg/l, док уопште није констатована присутност амонијака, нитрита, гвожђа, мангана.

Воде изворишта „Брадарац“ су контаминирани нитратима са концентрацијама преко МДК 54-60 mg/l.

Заштита вода у извориштима за водоснабдевање као и у просторима који садрже одређене потенцијалне количине подземних вода за водоснабдевање, треба да се ослања на одговарајућа детаљна истраживања узрока, обима и локација жаришта загађења подземних вода. Дакле, потребно је јасно дефинисати процес транспорта загађивача кроз изданску и надизданску средину просторно и по вертикалном профилу (Игрутиновић, 2002).



## Површинске воде

Хидрографска мрежа Стига је веома разграната, а основни печат јој дају Дунав, Мали Дунав (Дунавац), Млава са бројним притокама које дренирају воде Сопотске и Божевачке греде, густа мрежа одводних канала на Костолачком острву и у приобаљу, у међуречју Могиле и Млаве, одводни системи подземних вода површинског копа „Дрмно“ и водосабирници.

**Дунав** је на подручју Костолца широк око 1.200 m. На њему је неколико острва: Дубовска ада, Стојкова ада, Жилово, Чибуклија, Завојска, Костолачко. Дубина Дунава у кориту креће се од 7 до 17 m. Изградњом ХЕ „Ђердап I“, ниво Дунава је подигнут, повећана је дубина, а ката нивоа креће се од 69,5 до 70 m апсолутне висине. Десна обала Дунава је ниска и често је била плављена. Након ујезеравања Дунава изграђени су насипи како би се спречило изливање воде и плављење плодних равница у алувијалној равни ове реке.

**Мали Дунав** је раније био десна отока Дунава, око Острва дугог 21 km и широког до 4 km, на коме се у узводном делу налази насеље Осторво. У новијим елаборатима, студијама и пројектима, Мали Дунав се наводи као Дунавац.

**Доњи Дунавац**, који се налази у зони лежишта „Дрмно“, од ушћа Млаве до Кличевца у дужини од 12 km, практично је исушен при нижем водостају. Његово корито служи као реципијент површинских и подземних вода са околног терена, а ниво се регулише црпном станицом код Рама.

**Млава** је хидрографска „артерија“ Стига. Настаје на око 320 m а.в. спајањем отоке Жагубичког врела и тока Велике Тиснице, на ивици Жагубице. До ушћа у Дунав, Млава тече кроз Хомоље (горњи слив), Млаву (средњи слив) и Стиг (доњи слив) у дужини од око 120 km.

Одмах по формирању, Млава тече кроз Жагубичку котлину. До уласка у Рибарску клисуру код Изварице, прима са десне стране поток Жабар, а затим Каменичку, Црну, Вуковачку и Јошаничку реку. У Рибарској клисури прима са десне стране Осаничку реку, а потом Млава тече кроз Крепољинско поље, односно Крепољинско-крупажску котлину, где са десне стране прима Крепољинску реку, а 1 km

низводније, са леве стране Крупајску реку. У Горњачкој клисури, кроз коју тече до Ждрела, прима са леве стране Медвеђичку реку и Дубочицу. „Од изласка из ове клисуре она почиње правити окуке „кључеве“ који су све већи уколико се приближавају ушћу у дунавски рукавац. Млава се чак и рачва у отоке. Највећа њена отока је Орловача или Млака између Батуше и Селаковца. Сем тога њеном отоком сада сматрају и Могиљу која је у своме изворишту код В. Црнића, везана кратким каналом за Млаву“ (1954, 7).



*Слика 24. Конкавна обала Млаве угрожена бочном ерозијом на подручју Малог Црнића (Фото: М. Степановић, 2011)*

До Рашанца Млава прима са леве стране Ћовдински поток, док су јој најзначајније десне притоке, Бистричка и Стамничка река.



*Слика 25. Млава низводно од моста Мало Црниће – Топоница  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Млава у Стиг улази код Рашанца и до ушћа у Дунав код Костолца, прима са десне стране, најпре, Старчевачки поток, а потом највећу притоку у овом делу слива – Витовничку реку, и низводније, Обрешки поток. Највећа лева притока је Чокордински поток.



*Слика 26. Млава код Старог Костолца  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Код Батуше одваја се од Млаве леви рукавац познат под именом Млака, дужине 7 km, који се од Великог Црнића наставља у рукавац звани Могила, дужине 9 km.



*Слика 27. Деснообални одбрамбени насип Млаве на потесу ТЕ „Дрмно“ - ушће у Дунав  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Млава се до седамдесетих година XX века уливала у Дунавац одвојен од Дунава адом Острво. Данас је улаз у Дунавац засут, каналисани и насипима ограђен ток Млаве пресеца аду Острво, а Млава се улива директно у Дунав, према ади Жилово, на 67 m надморске висине или око 10 km узводније од старог ушћа.



*Слика 28. Ушће Млаве у Дунав (Фото: М. Степановић, 2010)*

Млава има плувио-нивални режим умерено-континенталне варијанте. Највеће воде има средином пролећа, када се отапају снегови у брдско-планинском делу слива, а

најмање почетком и средином јесени, као последица летњих суша и минималне количине атмосферског талога.

Табела 16. Средњи месечни протицаји Млаве на ушћу у Дунав за период 1949-1968. год. (у  $\text{m}^3/\text{s}$ )

Ј	Ф	М	А	М	Ј	Ј	А	С	О	Н	Д	Год.
10,5	19,8	27,2	28,2	21,6	19,4	8,03	4,12	3,08	3,71	5,78	8,46	<b>13,3</b>

Извор: Д. Дукић (1975): *Хидрографске особине Источне Србије*, ГИ САНУ, књ.26. Београд.

Највећи протицај Млава има у априлу,  $28,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , док је други максимум у марту са просечних  $27,2 \text{ m}^3/\text{s}$ . У мају долази до опадања протицаја ( $21,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) за више од  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ , а разлог је у повећаном испаравању у овом месецу и великим потребама биљака које тада бујају. У првом летњем месецу, јуну, протицај је  $19,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , да би у јулу, када су највише средњемесечне температуре ваздуха и мале количине падавина, дошло до великог пада на просек од  $8,03 \text{ m}^3/\text{s}$ . Овај просек се преполови у августу када износи  $4,12 \text{ m}^3/\text{s}$ . После летњих суша, огромног испаравања и малих количина падавина, јавља се средње месечни минимум од само  $3,08 \text{ m}^3/\text{s}$ . У октобру долази до благог повећања протицаја ( $3,71 \text{ m}^3/\text{s}$ ), као и у наредном јесењем месецу (новембар,  $5,78 \text{ m}^3/\text{s}$ ), затим у децембру осетно је повећање протицаја ( $8,46 \text{ m}^3/\text{s}$ ) и јануару ( $10,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ), да би у фебруару увећан за скоро половину ( $19,8 \text{ m}^3/\text{s}$ ), као последица отапања снега у равничарским деловима долине Млаве.



Слика 29. Одводни канал Млавиних вода коришћених за потребе ХЕ „Костолац“  
(Фото: М. Степановић, 2007)



Кроз овлажени профил корита Млаве на њеном ушћу у Дунав, просечно протиче  $13,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (Дукић, 1975).

У хидролошком рејонирању Источне Србије, слив Млаве припада тзв. Централно планонском хидролошком реону и Стишком хидролошком реону. Централно планински хидролошки реон обухвата горњи део слива Млаве, док Стишком хидролошком реону припада доњи део слива (Ракићевић, 1964).



Слика 30. Мост преко Млаве на путу Рашанац-Орљево  
(Фото: М. Степановић, 2010)

Хидролошка осматрања у сливу Млаве започета су 1924. године на водомерној станици Рашанац (100 m а.в), потом, 1948. у Горњачкој клису (161 m а.в), 1949. у Жагубици (307 m а.в), 1987. у Великом Селу (91 m а.в) , а 1990. године, започета су осматрања испод Братиначког моста (73 m а.в). На највећој млавинај притоци у Стигу, Витовници, водомер је постављен 1965. године у Кули (106 m а.в).

**Витовница** је највећа притока Млаве у Стигу. Настаје код Пајкиног извора, на западној страни Хомољских планина, тачније испод Треста (638 m), Штубеја (940 m), Великог Врања (884 m) и Малог Врања (694 m), од 5 краћих потока чија су изворишта на надморској висини од око 600 m. Витовница тече у правцу ЈИ-СЗ и код села

Калиште, на 95 m а.в. се улива у Млаву. Дужина главног тока реке је 48 km, а најкраће растојање између изворишта и ушћа износи 33 km. Укупна површина слива износи 304 km<sup>2</sup>. Слив јој је асиметричан: леви је развијен је у ниском развођу према Млави и достиже ширину до 4,5 km, док је десни местимично широк и до 10 km, и формиран је у побрђу, које представља развође према Пеку. Витовница уноси у Млаву годишње у просеку 1,62 m<sup>3</sup>/s (Дукић, 1975).

Хидрографска мрежа Витовнице је неједнако развијена. У горњем делу слива, осим изворишних кракова који је чине, река нема притока. У средњем делу сливу прима са леве стране само притоку Мореч, док су Новаков, Сурдуљев и Мартинов поток, који дотичу са падина Велики и Мали Бубањ, током већег дела године су без воде. Десни део слива Витовнице је развијенији, а најзначајније притоке су: Мелничка река, Кршка река, Борбешка река и Товарија.



Слика 31. Регулисани ток Витовнице у Кули  
(Фото: М. Степановић, 2010)

Горњи ток Витовнице се пружа од Штубеја (940 m), до најзападнијег огранка Урлаје (414 m). У овом делу Витовница је типична планинска река, великог пада, плитког и уског корита испуњеног ситнијим и крупнијим стенским материјалом. Речна долина у овом делу тока има карактер клисуре. Ка што је већ речено, матична река на

овом потесу нема притоке, али се на обе стране налази велики број слабијих извора лоцираних на контакту уске алувијалне равни и вишег, околног терена. Најпознатији је извор Бигар.

Средњи ток Витовнице се пружа од истоименог села до села Кула. Овај део тока изграђен је у брдовитом делу источне стране области Млава, а Витовница прима велики број притока, које чине веома развијеним средњи слив главне река. Пад реке је знатно мање од горњег дела. Дужина средњег тока износи око 20 km, а висинска разлика је 180 m. Првих 5 km Витовница тече у правцу исток-запад, а потом прима правац југ-север. За разлику од горњег ток, река у средњем току има широку долину, коју при великим водама плави.

Доњи ток Витовнице се пружа од Куле до ушћа у Млаву код Батуше. Дужина доњег тока је око 16 km. Код Великог брда (219 m) Витовница са десне стране прима Товарију, а затим скреће под правим углом на запад и у том правцу тече све до ушћа у Млаву. У овом сектору Витовница је типична равничарска река, мало пада. Корито реке је широко до 10 m и дубље је усечено у глиновито земљиште. Код Калишта, Витовница улази у долину Млаве. Ту нагло мења ток и скреће ка северу, да би се после 4 km, код Батуше, улила у Млаву. Због честих поплава које је ова река чинила у атару Калишта, осамдесетих година XX века прокопано је ново корито реке од Калишта до Млаве на дужини од 1,5 km. На тај начин ново ушће је померено за 2,5 km узводно од старог (Степановић, 2007).

**Чокордински поток** је највећа лева притока Млаве (28,7 km) у Стигу, који настаје на ободу Доње Млаве, односно северно од Буровца. Својим током знатно је дисецирао хорстовску греду Сопот, да би му се долина између Великог Поповца и Орљева стопила са Доњом Млавом.

До регулације 1971/72. године, Чокордински поток се уливао у Млаву код Великог Села. Након регулације, ушће је померено знатно узводније, тако да се данас налази непосредно изнад моста код Рашанца.





Сика. 32. Регулисани ток Чокординског потока на потесу Крстача  
(Фото: Аутор, 2010)

Чокордински поток има правилно формирано трапезно корито и левообални и деснообални насип који се пружају све до асфалтног пута за Орљево.

**Мелничка река** настаје спајањем Браничевске и Велике реке, које извиру за западним падинама Хомољских планина, испод врхова Петковица (571 m) и Капало (620 m), изнад Мелнице. У горњем току ова речица тече у правцу СИ-ЈЗ, а у доњем току, од центра села, отиче ка западу кроз питому област Горња Млава.

У Мелничку реку са леве стране улива се неколико брзих планинских потока: Мала река, Српски поток и Бадин поток, а са десне стране Брзи поток. Корито Мелничке реке широко је 3-4 m, а дубина јој је до 0,5 m. Због великог пада и снаге реке, до друге половине XX века на њој се налазиле бројне воденице поточаре.

**Кришка река** настаје код села Кладурова спајањем неколико мањих потока. Њен основни правац отицања је ЈЗ-СИ. Дуга је око 6 km, ширина корита достиже до 2,5 m, а дубина до 20 cm.

**Бобрешка река** настаје од Црновршке реке и потока Грабовац, који извиру високо на падинама Рановачког Црног врха (445 m), на сутоку код села Манастирице, испод брда Антравеј (298 m). Дужине је око 4 km, широка око 2 m, и дубока до 20 cm.

**Товарија** извире између Манастирице и Кобиља, на потесу Јерница (230 m). Тече у правцу И-З и целим током чини природну границу између Стига и Горње Млаве. Дуга је око 10 km, широка око 2 m, а дубока до 20 cm. У Витовницу се улива испод Великог брда (219 m), код села Аљудова.

**Забој поток** настаје од два извора јужно од села Забрега, затим, између потеса Доња Забрега и Утрина, прима са леве стране повремени поток Липовица, а после спајања са Божевачким потоком, према Млави у коју се улива код Малог Црнића, тече под називом Обрки поток.

**Мореч** извире на потесу Бољетин, између села Старчева и Рановца. У горњем току ова река носи име Бољетин, око 2 km низводније Корњет, под којим називом протиче кроз Старчево. Коначно, од брда Бела Главица (228 m) до ушћа у Битовницу, назива се Мореч. У горњем току ова река је мањи поток ширине до 1 m и дубине до 20 cm. У доњем току широка је 5-7 m и дубока до 50 cm. У том делу корито јој је дубоко 5-10 m, а усечено је у глиновитом земљишту. Мореч тече правцем ЈИ-СЗ. Од изворишног дела Бољетина, па до ушћа испод брда Главица, код Црљенца, Мореч је дуг око 10 km (Степановић, 2007).

Поред наведених притока, Витовница прима и читав низ мањих потока дугих 2-4 km. Са десне стране то су: Поросаница, Јерин, Гајин, Камени, Борогин поток и Мељак, а са леве стране: Стануловац, Тројањски, Фисуљев, Сурдук, Мартинов и Брадачки поток.

Од Млаве се на левој страни, код Код Батуше, одваја њен леви рукавац – **Млака** или Орловача, дужине 7 km, који се код великог Црнића наставља у рукавац **Могилу**, дужине око 19 km. Између ових рукаваца и Млаве је ниско и водоплавно земљиште, са траговима старача. После јачих киша овај потес широк 1-2,4 km, брзо буде под водом, а поплаве трају 2-4 дана (Младеновић, 1998).

### Регулација водотокова

Млава је у горњем току кроз Хомоље брдско-планинска река, а од изласка из Горњачке клисуре до ушћа у Дунав, има све особине праве равничарск реке средње величине. Сливно подручје Млаве од око 1.860 km<sup>2</sup> и бројне, плаховите притоке, при већем или дуготрајнијем излучивању падавина, посебно у пролеће, а повремено и у

лето, брзо набујају и у равничарском делу области Млава и у Стигу, изазивају изливање воде из корита и плављење алувијалне равни.

Пропусна моћ корита реке Млаве је у изразитој несразмери са великим водама које теку овим водотоком. Недовољна пропусна моћ речног корита условљена његовим малим димензијама, релативно малим уздужним падом доњег тока (реда величине 1‰) и великим отпорима у течењу, манифестовала се у прошлости честим изливањем воде из корита, тако да је одбрана од поплава приобалног подручја у доњем току Млаве представљала примаран водопривредни задатак.

М. Лутовац (1954), средином прошлог века указује на проблем великих вода у равничарском делу тока Млаве. „Удружени Млава и Чокордин плаве поље испод Рашанца. Када падају кише у пролеће, вода из ових река захвата један део Великог Села. Исто тако Витовница плави село Кулу и њен потес Мртвају. И река Витовница је 1948. г. поплавила алувијалну раван у селу истог имена. Ове и дуже реке нанесу велику количину муља у Млаву. Ти наноси издижу дно речног корита, нарочито у ниском делу равни, и вода се приликом сваке веће поводње разлије по околини.

Летње поплаве, које су по последицама теже него пролетње, долазе изненада, онда кад падну нагли пљускови или град на Хомољским Планинама. Називају их „трешњева“ или „троичка вода“, по томе што најчешће падају о Тројцама када трешње сазревају“ (1954, 9).

Регулација реке Млаве спада у ред капиталних водопривредних инвестиција у области заштите од штетног дејства вода. Радови на регулацији реке Млаве вршени су етапно.

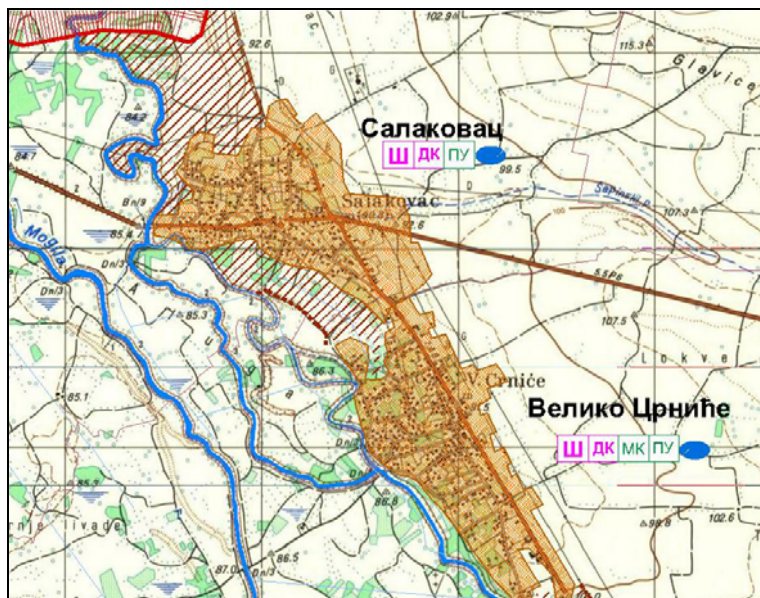
Током 1970. и 1971. извршена је регулација доњег тока потока Чокордин на дужини од 2,6 km, чиме је уведен у корито Млаве непосредно изнад моста код Рашанца. До тада, Чокордин је од Орљева до ушћа у Млаву код Великог Села, текао је паралелно са матичном реком. Регулацијом потока Чокордин изграђен је само левообални насип и заједно са насипом на Млави, долина ове реке у зони ушћа Чокордина брањена је од плављења вода ове притоке, и сва вода Млаве је усмерена да пролази испод моста код Рашанца.

Године 1971. започети су радови у склопу заштите приобаља Млаве од успора воде ХЕ „Ђердап 1“, на сектору низводно од ушћа у Дунав до Брадарца, и након

катастрофалних поплава које су угрозиле 19 приобалних сеоских насеља, 15.000 ha обрадивих површина, а највише насеља у општини Мало Црниће и Петровац.

Регулација је изведена по новој траси, које иде по ободу долине чиме је избегнута изградња двоструких насипа. Изграђен је само деснообални насип са ширином круне од 4,0 m и нагибом косама 1:2 по угледу на дунавски насип. Регулисано корито Млаве продужено је преко Костолачког острва и директно спаја са Дунавом. Раније се Млава уливала у рукавац Дунава, тзв. Дунавац, 3 km низводније од Старог Костолца.

Изградња регулисаног корита Млаве са заштитним насипима, реализована је у периоду од 1976. до 1980. године, у неколико етапа и по секторима - од низводних ка узводним тачкама.



Карта 18. Регулисани ток Старе Млаве између Великог Села и Салаковца  
(ППО Мало Црниће, 2009)

У првој етапи регулисана је најнизоводнија деоница Млаве, **од ушћа у Дунав до Брадарца**, у дужини од 9 km. У другој етапи завршен је сектор од Брадарца, док је у плану изградња регулисаног корита узводног сектора од Рашанца до села Лесковац, узводно од Петровца, у дужини од 15 km.

Корито Млаве од ушћа у Дунав до Брадарца димензионисано је на  $Q_{1\%} = 700 \text{ m}^3/\text{s}$ , а код Рашанца на  $Q_{1\%} = 400 \text{ m}^3/\text{s}$ . Регулација Млаве од Рашанца до Брадарца пројектована је према  $Q_{\text{рег}} = 700 \text{ m}^3/\text{s}$  код Рашанца, које је учесталости 1 пут у 20

година, и на историјском максимуму  $Q_{aps.max} = 326 \text{ m}^3/\text{s}$  код Рашанца које је приближно учесталости 1 пут у 75 година. Нова регулациона траса је дужине 33,3 км. На њој је пројектовано 26 просека тако да је природни ток скраћен са 41,4 км, на 33 км, односно за 24%.

Проширивањем површинског копа рудника „Ћириковац“, 1987. године је извршено измештање корита Млаве са новим одбрамбеним деснообалним насипом на дужини од око 2,5 км у зони села Брадарца.

У периоду 1986/87. година, на територији општине Мало Црниће урађен је систем канала за одводњавање, при чему је десни рукавац (старо корито Млаве) уређен као „Главни канал Стара Млава“. Мрежом дренажних канала снижен је ниво подземних вода, побољшана и убрзана евакуација подземних, чиме је решен проблем превлажавања земљишта, а такође и заштићено десно приобаље на делу узводно од салаковачког моста до Калишта. Воде са овог система, чија је сливна површина око  $47 \text{ km}^2$ , се упуштају у старо корито Млаве непосредно узводно од моста у Салаковцу, а његова пропусна моћ процењена је на око  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Укупна дужина регулационе трасе *од Брадарца до Рашанца* износи 33,006 км, од чега на 31 просек отпада дужина од 8,322 км, а на природно корито 24,684 км. Регулација Млаве предвиђена је по прорачунима да је протицај код Рашанца  $Q = 339 \text{ m}^3/\text{s}$ , а код Брадарца  $Q = 389 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Регулацијом реке Млаве на потезу *Брадарца – Мало Црниће*, формиран је заштитни систем са регулисаним коритом и заштитним насипима по траси природног корита рукавца Могила, док је главни ток Млаве, који је протицао кроз 9 насеља, постао канал „Стара Млава“ дужине око 18 км, са сливом који обухвата и бујичне токове и мелиорациони систем у деснообалном приобаљу Млаве.

Регулацијом реке Млаве, на сектору од Брадарца до Малог Црнића, решен је основни водопривредни проблем овог подручја – учестала изливања већих вода и плавлеење великих пољопривредних површина у приобаљу. Међутим, тиме није постигнута апсолутна заштита од поплава, већ је остварен степен заштите од 50 – годишњих великих вода ( $Q_2\%$ ), што уз изграђено надвишење насипа обезбеђује пропуштање велике воде вероватноће појаве једном у 100 година ( $Q_1\%$ ). При појави великих вода долази до преливања одбрамбених насипа и плавлеења приобаља. Такав

случај се десио 2002. године, када је у таласу великих вода регистрован максимални протицај ранга 100 – годишње велике воде!



*Слика 33. Одбрамбени насип регулисаног тока Млаве  
код моста Салаковац-Пожаревац ( Фото: М. Степановић, 2011)*

И поред значајних радова на регулацији Млаве у циљу спречавања изливања великих вода и наношења великих штета пољопривредним површинама и насељима, у склопу регулације ове реке нису изграђена два кључна објекта на напуштеном кориту:

1. Изливни објекат у зони села Маљуревац за евакуацију вода из слива напуштеног рукавца Старе Млаве и
2. Уливни објекат у зони Малог Црнића, за контролисано захватање и упуштање воде из регулисаног тока реке Млаве у рукавац.

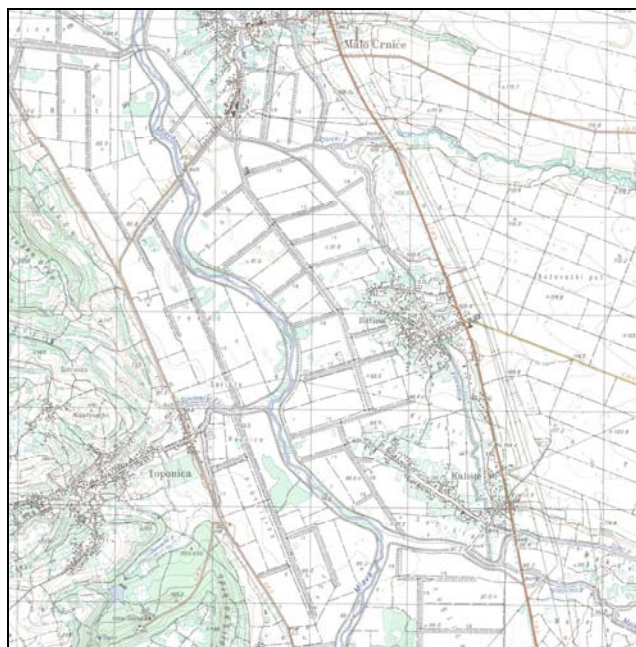
Узводно од старог железничког моста у Малом Црнићу до реке Витовнице, простире се главни канал „Батуша“ дужине око 4,9 km са својом мрежом канала сакупљача. Овај главни реципијент за одводњавање на простору касете „Батуша“ је скромнијих димензија у односу на главни канал „Стара Млава“. Наиме, његова максимална пропусна моћ главног (у низводном делу код старог железничког моста у Малом Црнићу) је око 2,0 m<sup>3</sup>/s.

Низводно од моста у Салаковцу протеже се корито Старе Млаве, које је код Маљуревца и Брадарца (око 1,3 km низводно), повезано са регулисаним коритом Млаве преко једног, односно два цевна пропуста. Старо корито Млаве на овом сектору је



веома запуштено, зарасло у коров и препуно разног отпадног материјала. Процењује се да пропусна моћ корита Старе Млаве на сектору од Брадарца до моста у Салаковцу износи 5,0 - 6,0 m<sup>3</sup>/s.

Пре почетка регулационих радова, на сектору Млаве *од Калишта до Брадарца* постојала су два паралелна тока – главни ток („Могила“) и секундарни ток („Стара Млава“). После извршене регулације, изградњом одбрамбених насипа дуж главног тока, појавио се нови проблем, јер је пресечена веза Старе Млаве са регулисаним током. На тај начин је настао проблем циркулације воде у Старој Млави, што је угрозио животну средину у 9 сеоских насеља на сектору Брадарац – Мало Црниће.



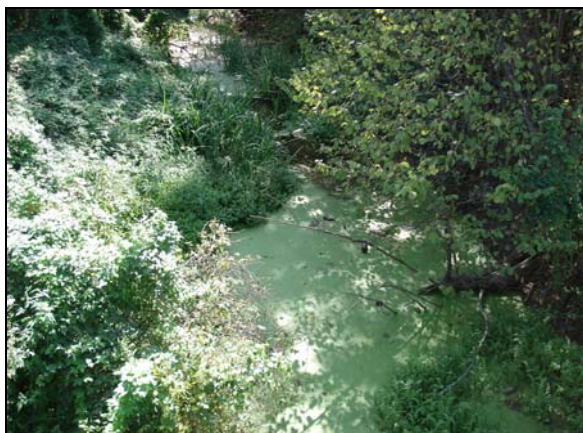
*Карта 19. Регулисана Млава и Стара Млава између Калишта и Малог Црнића*

*(Преузето са топографске секције Лапово 2-1 1:25 000)*

Ово напуштено корито Млаве („Стара Млава“) на сектору Брадарца до Малог Црнића, може се поделити на две карактеристичне деонице:

- *Стара Млава* – природно неуређено корито реке Млаве од Брадарца до Салаковачког моста, и
- *Канал „Стара Млава“* - корито канала за одводњавање које се приближно поклапа са трасом Старе Млаве узводно од Салаковачког моста.

Проблематика Старе Млаве (сада система „Старе Млаве“) има два аспекта – хидротехнички и еколошки. Са хидротехничког аспекта, основни проблем се састоји у заштити од брдских и унутрашњих вода, на сектору од Малог Црнића до Брадарца. При појави великих вода брдских водотока у овом међусливу, долази до плављења насеља Брадарац и Маљуревац, због неадекватно решеног проблема евакуације вода из система „Старе Млаве“ у главни ток. Отуда је неопходна регулација система „Старе Млаве“, са рационалним техничким решењем увођења великих вода у регулисани ток Млаве.



*Слике 34. и 35. Стара Млава узводно и низводно од моста код Братинца  
на магистралном путу Пожаревац - В.Градиште  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

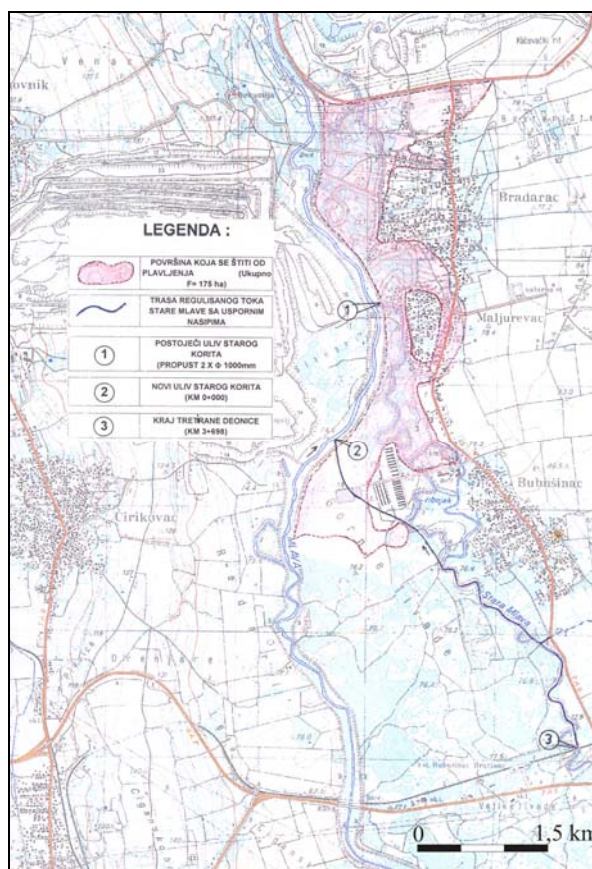
С обзиром да Стара Млава пролази кроз насеља: Брадарац, Маљуревац, Будушинац, Набрђе, Трњане, Салаковац, Велико Црниће и Мало Црниће он задире и у животну средину у овим руралним зонама. Због тога је веома значајно да овај систем има не само хидротехничку, већ и еколошку функцију и основни је предуслов ревитализације локалног екосистема и побољшања квалитета животне средине.

Садашње стање система Старе Млаве, на потезу од Малог Црнића до Брадарца је веома лоше. Међутим, проблем је управо у томе што ово није стални водоток, већ је циркулација воде у њему само повремена (у интервалима функционисања система за одводњавање). Због тога не постоји ни могућност самопречишћавања система. С друге стране, неки нерешени комунални проблеми, као што је недостатак депоније за смеће,



врло негативно утичу на стање система „Старе Млаве“. Нажалост, у садашњим условима, систем се очигледно третира као депонија за смеће и индустријски отпад.

У оквиру планираних активности, основни циљ код система „Старе Млаве“ се састоји у заштити приобалних насеља од поплава. Међутим, с обзиром на комплексност проблематике, мора се водити рачуна о хармонизацији водопривредних и еколошких циљева уређења водотока. То значи да пројектовано техничко решење уређења система „Старе Млаве“ мора да обезбеди заштиту насеља од поплава, али и услове побољшања животне средине и ревитализације локалног екосистема.



Карта 20. Приказ будућег споја старог корита Млаве са активним током (Илић, 2004)

Нарушени режим у старом кориту Млаве условио је видне водопривредне, комуналне и еколошке проблеме у насељима у пиробаљу напуштеног рукавца „Старе Млаве“. Из поменутих разлога, неопходно је будуће захвате кориговати на количину упуштене воде из Млаве  $\max 5 \text{ m}^3/\text{s}$ , уместо предвиђених  $3 \text{ m}^3/\text{s}$ , као и уређење напуштеног корита у зони насеља и обезбеђење улива у зони насеља Маљуревац. Као

последица нерешеног улива вода рукавца у новорегулисано корито Млаве, у периоду од 1997. до 2005. године, нанете су велике штете у зони насеља Маљуревац и Брадарац. Адекватним решењем излива Старе Млаве у главни ток осигурала би се заштита насеља Брадарац и Маљуревац.

Ништа мањи проблем од претходног везан за регулацију Старе Млаве, састоји се у томе што овај хидрографски објект не представља стални водоток, већ функционише само повремено. У дужим периодима без падавина, систем Стара Млава потпуно пресушује, што представља велики еколошки проблем.

После интензивних падавина у сливу, на Старој Млави се јавља проблем изливања воде из корита и плављења приобалног терена, али само на два локалитета:

- Први локалитет је између села Маруљевца и Брадарца, где се налази излив у регулисано корито Млаве. На њему је изливање проузроковано неадекватним техничким решењем споја „Старе Млаве“ и главног тока, као и инфилтрацијом воде из регулисаног корита према подручју поменутих села;

- Други локалитет се налази узводно од моста – пропуста у Трњанима. Проблем настаје при сваком протицају Старе Млаве већим од  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , када се због недовољног капацитета пропуста, успорена вода излива узводно од моста.

Дакле, у систему Стара Млава јављају се проблеми како у сушном, тако и у кишном периоду. Проблематика је веома сложена и обухвата водопривредне и еколошке аспекте, али са ширим социјалним импликацијама. Сложеност проблематике условљава и комплексно техничко решење целог система.

Реализацијом хидротехничких и еколошких циљева уређења водотока, створили би се и услови за остале функције система – коришћење вода за наводњавање и рекреацију и контролисано испуштање отпадних вода из сеоских насеља. На тај начин би систем Стара Млава добио много значајнију улогу у руралној зони речне долине.

За потребе ПК „Тириковац“ и обезбеђења простора за одлагање јаловине, 1987/88. год. извршено је померање регулисаног корита Млаве за око 800 m удесно на деоници од 9-ог до 12-ог километра.

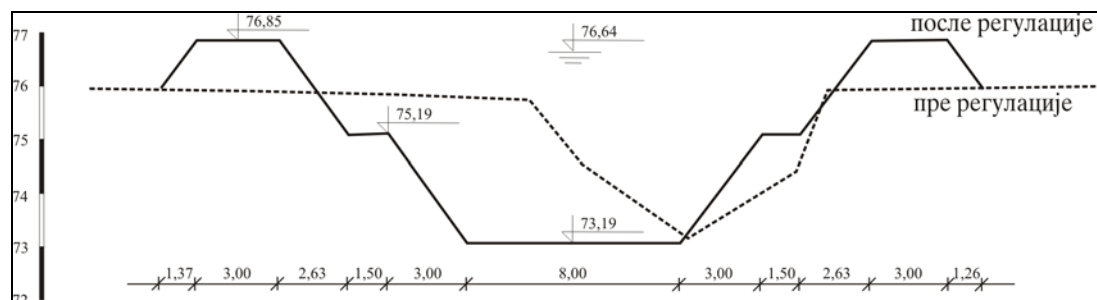


*Слика 36. Регулација тока Млаве код Дрмна  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Деснообални насип пресеца окуке старог корита је нова веза (испуст) старог корита Млаве са активним-регулисаним током реке Млаве. Формирана је и нова веза између старог корита Млаве са активним (регулисаним) током Млаве. Измештено корито је димензионисано на велику воду  $Q_{1\%} = 389 \text{ m}^3/\text{s}$  са надвишењем круне деснообалног насипа око 0,5 m (Илић, 2004).

Померањем активног корита реке Млаве према старом кориту (и пресецањем дела старог корита), повећана је инфилтрација воде у старо корито при великим водама у активном кориту. У исто време је смањен ретенциони простор за смештај вода из старог корита између деснообалног насипа и приобалних насеља Брадарац и Маљуревац у време високог водостаја у активном кориту реке Млаве.

Корито старе Млаве (бивши десни рукавац) од моста у Салаковцу низводно до пропуста код Маруљевца, у дужини од око 17 km, остало је неуређено. На овој деоници корито Старе Млаве прима и воде из сопственог слива и сливова својих десних притока, са површине од преко 100 km<sup>2</sup>.



Прилог 20. Профили уређеног и неуређеног корита Млаве

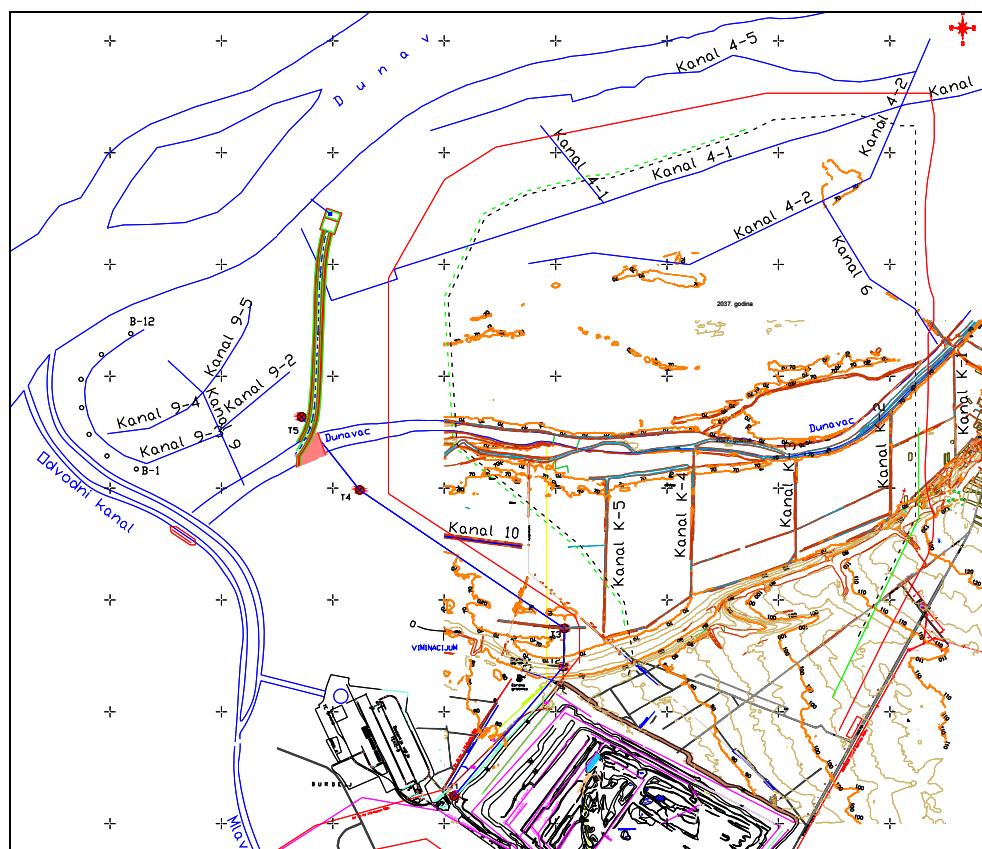
(Илић, 2004)

При истовременој појави великих вода у активном кориту реке Млаве и у старом кориту Млаве на профилу пропуста код Маљуревца долази до плављења дела насеља Маљуревац и Брадарац као најнижег подручја. Ова плављења су учестала тако да се практично јављају у просеку сваке друге године. Плављење делова насеља Маљуревац и Брадарац је било узастопно у 2001. и 2002. години, при чему се, према процени општинске комисије, чини материјална штета од преко милион динара годишње. Приликом поплава стварају се и штете које се не могу исказати у новцу (угрожавање здравља људи и стоке и др.).

Новим пројектом предвиђена је регулација тока ради заштите ових насеља, при чему ће старо корито Млаве бити уведено у регулисани (измештени) ток Млаве код Летњиковца односно узводније него што је то данас (Илић, 2004).

У оквиру предвиђеног темпа проширивања и заштите ПК „Дрмно“, у 2011. години предвиђено је пресецање Дунавца екраном (Карта 22.) са црпном станицом. Ново корито Дунавца биће прекривено непропустивом фолијом, а преграђивање старог корита обавиће се глиненим чепом. Са преусмеравањем тока Дунавца, још неколико година, старо корито биће у функцији система заштите од поплавног таласа Дунава. Ново корито Дунавца ће прихватати воде из канала 9, као и воде из система за одводњавање површинског копа Дрмно.

Сви заштитни канали (осим канала 4-5) ће се уништавати са напредовањем површинског копа ка северу (ка Дунаву).



Прилог 21. Положај дренажних канала и новог корита Дунавца  
(Технички пројекат заштите ПК „Дрмно“ од подземних и површинских вода, 2008)

## СТРУКТУРА ЗЕМЉИШТА

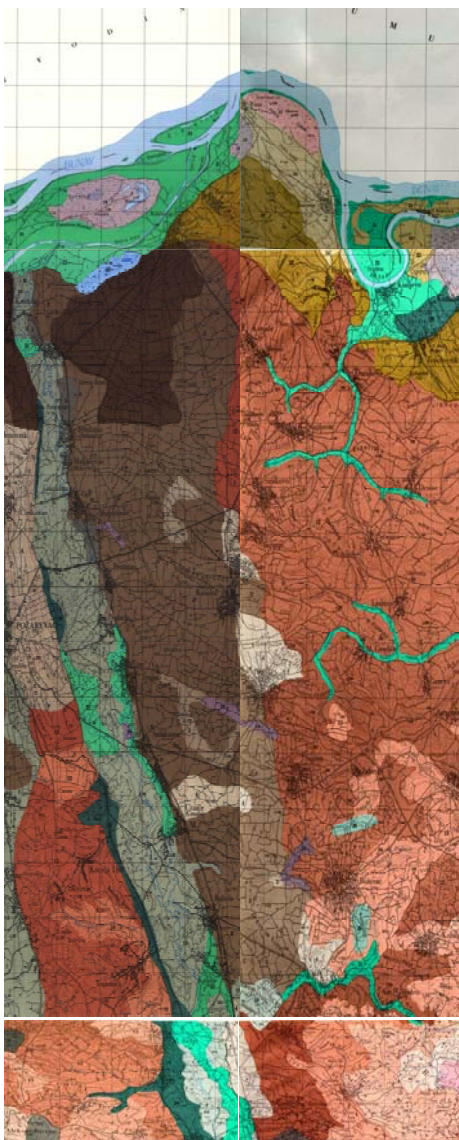
Структура земљишног покривача Стига представља одраз деловања бројних природних педочинилаца, који су више или мање имали утицај на физичко-хемијска својства и степен пољопривредне вредности појединих типова земљишта (матични супстрат, рељеф, клима, воде, вегетација, време). Осим њих, важну улогу у побољшању бонитета продуктивног тла, посебно нижих, алувијалних равни, имао је човек. Регулацијом Млаве, Могиле и Дунавца и прокопавањем канала за одводњавање забарених површина не само да су добијене нове ораничне парцеле, већ су велики комплекси земљишта спасени од даљег заслањивања (Степановић, 2007).

Матични супстрат или геолошку основу педолошком покривачу обухваћене територије чине насlage леса и песка. У зависности од тога да ли је лес нагомалаван на сувој површини, у воденој или забареној или се, пак, јавља као преталожен, конкретно земљиште поседује и одговарајућа физичко-хемијска својства. Сувоземни лес је веома порозан јер је од таложења до данас претрпео најмање промене. Због тога су земљишта формирана на њему погодна за узгој ратарских и неких индустријских култура које не захтевају пуно воде. Остале врсте леса претрпеле су знатне дијагенетске промене под утицајем површинских и подземних вода. Измешан са речним муљем, песком и глином, овакав матични супстрат је више збијен и слабо водопропустан. Земљишта формирана на њима подложна су превлажавању, али су погоднија за узгој оних пољопривредних култура којима је у вегетационом периоду потребно више воде.

Заступљеност различитих геоморфолошких целина у овом делу слива Млаве имала је видан утицај на образовање и развој земљишта. Висинска разлика између лесне терасе и алувијалне равни Дунава, Млаве и њених протока, начин њиховог постанка и геолошки састав, одразили су се на заступљеност појединих типова и подтипова земљишта. Тако су на лесној тераси изграђени черноземи и ливадска црница, а на нижој -алувијалној равни алувијална земљишта, ритске црнице и смонице.

Површинске и подземне воде су један од најважнијих педочинилаца. Површински водотоци су својом ерозијом утицали као примарни фактор у изгађивању наведених геоморфолошких целина, а такође, процес преображаја лесних наслага.





*Карта 21. Педолошка карта Стига*

*(Педолошке карте 1:50000, Институт за педологију и агрохемију, 1958.*

*Секције: Пожаревац 2 и 4, Велико Градиште 1 и 3, Крагујевац 2, Петровац 3)*

*Легенда: 1. чернозем; 2. чернозем излужени; 3. чернозем забарени; 4. чернозем деградирани (у огајњачавању); 5. смоница; 10. смоница алувијална; 12. гајњача; 13. гајњача у оподзољавању; 18. ритска црница; 19. минерално барско земљиште; 21. алувијум; 28. делувијум; 30. делувијум у оподзољавању; 32. лесовидна пескуша; 33. живи и слабовезани песак; 37. скелетоидно земљиште; 40. баре и мочваре*

Хипсометријске разлике између лесне терасе и алувијалне равни различито су се одражавале на режим подземних вода. Земљишта у алувијалној равни карактерише повећано влажење у пролеће које је условљено асцедентним капиларним кретањем воде под утицајем високих подземних вода и десцедентним кретањем атмосферских падавина. Педолошки покривач на лесној тераси карактерише тзв. степски инфилтрациони режим, који се огледа у влажењу профила искључиво атмосферским талогом. Подземне воде на ова земљишта имају минималан утицај јер се налазе на дубинама испод 2 m. При таквом режиму подземних вода, не јавља се повећано превлажавање тла. Напротив, често се у сушнијем делу године у јеку вегетационог периода јавља недостатак влаге.

Високи ниво подземних вода у инундационим равнима Млаве и њених притока у Стигу под утицајем поплавних вода предиспонира овај део области за постанак хидрофилних, ритских, земљишта. Мезорељеф на благо заталасаним лесним површинама условио је настанак еродираних плитких карбонатних чернозема (Миљковић, 1972).

Клима је имала непосредан утицај на формирање земљишта. За типичан климатогени тип земљишта сматра се чернозем. Ово земљиште настало је навејавањем лесног материјала на сувоземну подлогу у време суве и топле бореалне климе, када је је у Панонској низији егзистовала бујна степска вегетација (Миљковић, Јб. и сар., 2001).

Чернозем се у Стигу јавља у следећим подтипovima: излужени чернозем, забарени чернозем и деградирани чернозем.

**Чернозем** је најзаступљенији тип земљишта у Стигу. У овом делу Источне Србије ово земљиште представља природан наставак черноземне зоне из Баната. Појава и распрострањеност чернозема резултат је одговарајућих педогенетских чинилаца. Слично војвођанском чернозему, и чернозем у Стигу образован је на лесу који покрива сарматске и понтиске насlage.

Чернозем у Стигу има добро изражену мрвичасту структуру. По механичком саставу припада средњим иловачама. у њему је највише заступљена фракција ситног опеска, праха и глине. Количина колоидне глине у карбонатном чернозему највећа је у површинском делу хумусног хоризонта, док идући у дубину она постепено опада. Треба



истаћи да је оранични слој редовно растреситији и порознији од дубљих слојева. Структурни агрегати, посебно микроагрегати, у води су постојанији и због тога се не расплињују ни после обилних киша, односно је повољност са аспекта плувијалне ерозије земљишта у Стигу. Захваљујући повољном механичком саставу и постојаној структури, чернозем је склон упијању и акумулирању 300-500 mm атмосферске воде, због чега је у стању дугог одолевања суши (Педолошке карте 1:50000).

Особина чернозема ка „економичном“ задржавању воде у сопственој маси, важна је са становишта отицаја и спречавања појава бујичних површинских вода. Овај тип земљишта има слабо алкалну реакцију, а проценат  $\text{CaCO}_3$  се повећава са дужином.

Табела 17. Физичке особине чернозема у Стигу

профил	хоризонт	дубина (cm)	$\text{CaCO}_3$ (%)	$\text{H}_2\text{O}$	KCl	хумус (%)	N (%)
Острово	A	0-20	3,99	7,50	6,20	3,80	0,17
Костолац	A	0-20	1,72	7,90	7,05	2,82	0,15
Кличевац 1	A	0-20	5,61	8,25	7,55	3,74	0,17
Кличевац 2	A	0-20	5,42	7,99	7,00	3,30	0,14
Дрмо 1	A	0-20	4,00	7,60	6,60	3,60	0,16
Дрмо 2	A	0-20	4,30	7,20	7,20	3,40	0,15

(Антонијевић и сар., 1975)

Чернозем испитан на неколико локалитета у Стигу (Табела 17), у површинском слоју има до 4% хумуса, чији садржај са повећањем дубине опада до 2,82%. С обзиром да је количина укупног азота у потпуној корелацији са садржајем хумуса, у овом земљишту се „налази велика природна резерва органског азота, који се у појединим годинама различито ослобађа из хумуса у зависности од услова (температуре и влажности) за минерализацију и нитрификацију. Због тога усеви у сушним годинама када су уз то и ниже температуре с пролећа, реагују на ђубрење приступачним азотом, што у повољним годинама није случај. То значи да ђубрење овим хранивом треба изводити у рационалној мери, тј. од 30-40 кг/ха чистог азота“ (Миљковић, и сар., 1972).

Повољна морфолошка, физичко-хемијска и хидрофизичка својства чине чернозем земљиштем високе пољопривредне вредности, која посебно долази до

изражаја комбинованом применом вештачког и стајског ђубрива у склопу примене савремене агротехнике.

**Чернозем излужени** покрива велику површину у Стигу на потесу и у континуитету правцем југ-север од Куле до Божевца. Овај тип чернозема постао је од карбонатног процесом испирања  $\text{CaCO}_3$ , што је последица повећане влажности. По гранулометријском саставу излужени чернозем у Стигу спада у иловачу и тежу иловачу. Фракција крупног песка је и у овом чернозему већа него у карбонатном, што се објашњава јачим распадањем минерала. И поред испраног креча из горњих слојева, излужени чернозем има неутралну реакцију. Укупног азота у овом чернозему има просечно око 0,15% (Табела 17).

**Чернозем забарени** заступљен је у атарима Бубушинца, Трњана и Салаковца. Овај чернозем се појављује у депресијама с прилично сушвишним влажењем, што значи да је условљен топогеним моментом у склопу карбонатног чернозема. Он се одликује изразито црном бојом, а у дубљим слојевима се запажају трагови оглејавања, што је последица сувишне влаге и анаеробних услова. Према гранулометријском саставу забарени чернозем из атара Бара и Братинца спада у иловачу, а онај с подручја Салаковца, где се сливне воде задржавају нешто дуже, у тежу иловачу. Из забареног чернозема карбонати су испрани на већој дубини. Он је, међутим, задржао неутралну реакцију с обзиром да има адсорптивни комплекс засићен јонима калцијума и магнезијума (Антонијевић и сар., 1975).

**Чернозем деградирани** заступљен је у атарима Ћириковца, Кленовника, Божевца и Батуше. Деградирани чернозем карактерише потпун нестанак типичне мрвичасте структуре и појава црвенкастосмеђег хоризонта. Овај подтип чернозема се налази између карбонатног чернозема и гајњаче. Смањена је количина адсорпционих катјона и нижа је засићеност колоидног комплекса базама. Реакција средине је и даље неутрална, али са извесном тенденцијом у кисељавања. Карбонати су испрани до знатне дубине и срећу се тек у прелазном хоризонту. Проценат укупног азота је, такође, смањен што објашњава јачом минерализацијом и недовољном надокнадом свежих органских остатака. У деградираном чернозему се растворљива киселина везује за ослобођено гвожђе, док је удео калцијума сразмеран количини глине (Антонијевић и сар., 1975).

**Смоница (5)** као тип земљишта јавља се у Стигу на вишим терасама, док се на најмлађим наносима није заступљена. Подлогу смоницама на овом терену чине седименти из млађег неогена, односно плиоцена – песак, карбонатна иловача, сива глина и лапорац. Било да је образована на лапорцу, слабо пропусној глини или песку од кога је одваја тањи или дебљи слој нагомиланог креча, смоница је била у влажној, ливадској фази све док многобројни водотоци нису дисецирали терен и условили дренажање земљишта.

Смоница се одликује тешким механичким саставом и непостојаном структуром. Она упија и пропушта воду споро, подлеже утицају климе и еволуира у друге типове земљишта, а најчешће подлеже осмеђавању и огајњачавању. У сливу Млаве највише су заступљене нормалне и огајњачене, а знатно мање оподзољене и еродирани смонице. Она представља дубоку педолошку творевину и једино на нагибима где је делимично еродирана може бити плића. Хумусни (А) хоризонт је просечно дубок 60-80 cm, а код еродираних 40-50 cm. Смоница у басену Млаве на знатним површинама подлеже метаморфози у правцу огајњачавања и лесивирања. Доминантни чиниоци огањачавања смонице у басену Млаве су клима и шумска вегетација. За лесивирану смоницу карактеристично је испирање глине и хумуса без предходног заруђивања, а као последица тог процеса површински слојеви смонице изблеђују, дубљи се обогаћују глином и добијају све више сиво-црну боју. Ове појаве изазива повећана влажност.

**Алувијална смоница (10)** алувијум је на знатним деловима инудационог терена дуж Млаве и њених притока изгубио првобитна својства и претворио се у ливадско земљиште. Овом процесу највише је подлегао глиновити алувијум нешто даље од корита Млаве, на нижем делу алувијалне равни, где се подземна вода налази ближе површини. Три су битна услова била пресудна да знатне површине алувијалног наноса дуж Млаве и њених притока еволуирају ка ливадском земљишту, то су: низијски рељеф, ливадска вегетација и састав наноса.

Распрострањеност алувијалних смоница у долини Млаве знатна је, посебно у доњем делу алувијалних равни. Готов сав алувијални нанос на подручју између Орљева и ушћа Млаве у Дунав претворен је у ливадско земљиште. Оно обухвата делове атара Костолца, Дрмна, Брадарца, Бабушница, Братинца, Трњана, Салаковца, Црнића, Врбнице, као и других насеља дуж западне стране Млаве. У овом делу долине Млаве

непромењен алувијални нанос среће се само локално, негде у виду узане зоне непосредно дуж Млаве или на другим местима, као испод Батуше и Врбнице, где покрива и веће делове алувијалне равни.

У ливадско земљиште се у доњем делу Млаве претворило готово цело наносно земљиште. Муљ таложен за време поплава био је богат глином и органским материјама и у присуству ливадске вегетације релативно се брзо претварао у ливадско земљиште. Поплавна вода се лагано кретала, чему је у доњем делу долине доприносио и висок водостај Дунава, а све то је условљавало таложење финог материјала. Посебна одлика овог земљишта је у томе што оно на највећем делу терена има уједначен механички састав до знатне дубине. Дубок хумусни (А) хоризонт има ово земљиште испод Малог и Великог Црнића, где он просечно износи око 60 cm, а креће се у границама 40-90 cm. Испод Трњана, између Млаве и Могиле, као и северозападно од Братинца, хумусни хоризонт се јаче издваја, а дубок је 33-96 cm. Велике површине овог земљишта данас су под културама, али ближе Млави има на њему и доста ливада. Хемијске особине карбонатног и безкарбонатног ливадског земљишта око Млаве незнатно се разликују. У карбонатном варијетету удео  $\text{CaCO}_3$  је незнатан и просечно износи 1-2%. Укупног азота у слоју до 20 cm има 0,17- 0,22%. Растворљивим фосфором ово земљиште је сиромашно, што је случај и са другим земљиштима образованим у влажној средини. Фосфор се у овом земљишту може везивати за гвожђе, као што може и за калцијум из  $\text{CaCO}_3$  или адсорптивног комплекса. Што се тиче калијума, анализе показују мале количине, иако је реч о земљишту тежег механичког састава.

**Ритска црница (18)** у долини Млаве има малу распрострањеност. Она је установљена једино на крајњем северу басена у околини Пожаревца и поред Дунава испод Костолца. Образована је искључиво у рељефским депресијама дуж река или у подножјима нагиба, углавном под утицајем високих подземних вода или под дејством јачег влажења површинским поплавним водама. За постанак ритске црнице пресудна су два чиниоца: стагнирајућа вода и хидрофилна барска флора. По механичком саставу ритска црница је јако неуједначена, а такав је случај и са наносним материјалом од кога је образована. У површинском слоју до 40 cm она садржи 69 -70% глине и 30% песка. Хемијске особине ритске црнице углавном су повољне.

**Минерално барско земљиште (19)** настало је забаривањем извесних делова алувијалних седимената дуж Млаве и неких њених притока. Има их поред Дунава у близини Костолца и Рама. Образована су у речним долинама и то у мањим рељефним депресијама под утицајем подземних и површинских вода. Ово земљиште је лако иловаског састава. У њему је најзаступљенија фракција ситног песка, који је заступљен са 50%, док колоидних глина има 10-15%. Вредности рН у води крећу се око 8, а органских материја има 6,5- 7,5 % у површинском делу профила.

**Гајњаче (12)** у доњем сливу Млаве представљају доминантан тип земљишта на брежуљкастом терену. У условима оцедитог терена који је дуже изложен утицају спољних чинилаца, гајњаче лако прелазе у друга земљишта као су: чернозем, смоница, старији алувијум и ритска црница. У басену Млаве промене гајњаче најчешће теку у правцу испирања (лесивирања). Гајњача је у сливу Млаве образована на различитом рељефу, мада је за њу најкарактеристичнији таласаст рељеф са надморском висином 100-300 m. Типична гајњача се одржала на заравњеном терену и на благим нагибима, док је на стрмијим нагибима она мање-више еродирана. Гајњача у великом комплексу покрива цео простор од Стига на исток до Пека. На североистоку је овај комплекс ограничен Рамско- затоњском пешчаром, на западу зоном чернозема, док се у правцу југа протеже узводно уз Млаву. Добро очувана гајњача у овом комплексу покрива атаре села Бискупља, Курјача, Ђуракова, Сиракова, Берања, Забреге, Божевца, Смољинца, Кобиља, Куле и тд. Гајњача источно од Млаве образована је претежно на лесу, што чини да по физичким особинама она доста личи на деградирани чернозем. Лес у подзоли и климатски услови блиски зони чернозема у Стигу од значаја су и за хемијске особине гајњаче између Млаве и Пека. Креч је из профила ове гајњаче редовно испран и среће се једино у прелазном хоризонту ка подзоли. По укупном азоту и асимилативном калијуму гајњача спада у средње снабдевена земљишта.

**Алувијални нанос Млаве** распрострањен је у алувијалној равни Млаве широкој местимично и преко 4 km, захватајући атаре села Калиште, Орлева, Великог Села. Северно од Калишта алувијални нанос се знатно смањује и у виду уже зоне се простире између малог Црнића и Забрђа, затим се појављује у долини Молиге (потес Криваја), и у виду мањих фрагмената до Дрмна. Алувијални нанос Млаве има активни слој готово увек око 100 cm, а нису ретки случајеви да је и до 200 cm.



Слика 37. Алувијално земљиште поред Млаве код Великог Села  
(Фото: М. Степановић, 2007)

У горњем делу долине Млаве, алувијум је по саставу претежно песковита иловача. Слојевитост је слабо изражена, а појава шљунка је безначајна, и то у виду невезаних ситних фрагмената, најчешће у доњој трећини профила. У овом наносу однос песка и глине обично износи 50:50, мада има профила и са већим уделом фракције укупне глине. Алувијум Млаве је већином карбонатан у свим слојевима. У доњем току је јаче карбонатан, с обзиром да се доноси карбонат материјал с лесних поршина, а количина  $\text{CaCO}_3$  креће се у границама 1-9%. Количина хумуса у алувијалном наносу Млаве износи просечно око 2,5%.

**Алувијално-делувијални наноси** заступљени су дуж речица и потока, Млавиних притока у Стигу. У њима се делувијални материјал меша са алувијалним наносима. Морфолошки изглед ових земљишта зависи од особина околног земљишта, са кога се спира и доноси у алувијалну равн, као и од суспендованог материјала наталоженог из текућих вода. У долинама Витовнице, Чокордина и других Млавиних притока, алувијално- делувијални наноси су врло хетерогени и плитки са доста скелетног материјала незаобљеног изгледа. Механички састав овог наноса је прилично варијабилан и зависи од места налажења и материјала од кога настаје. Састав је углавном иловаст, осим у узаним долинама поред потока, где преовлађује шљунковито-песковити материјал. Хемијске особине овог наноса су врло неуједначене. Углавном су

карбонатне, високо засићени базама. У извесним случајевима су богати, а у другим екстремно сиромашни органским материјалима.

Алувијални наноси (песак, глине, муљ), послужили су као матични супстрат за образовање забареног и бескарбонатног алувијума.

Табела 18. Хемијске особине алувијално-делувијалних наноса

профил	хоризонт	дубина см	CaCO <sub>3</sub> %	pH у H <sub>2</sub> O	pH у KCl	хумус %
Четереже	I	0-20	0	7,3	6,35	1,47
В.Поповац	I	0-20	0,87	6,9	6,6	2,34
Буроцац	I	0-20	0	6,85	6,3	1,96
Забрђе	II	0-20	0	6,25	5,3	3,12
В.Лаоле	I	0-20	0	7	6,35	2,84

(Антонијевић и сар., 1975)

Пољопривредна вредност алувијалних земљишта је различита у зависности од механичког састава, дубине биолошки активног слоја и услова влажења, али се ово земљиште одликује високом продуктивном способности због повољног механичког састава и других физико-хемијских својстава, али и повољних могућности за примену савремених агротехничких мера. Најповољније услове пружају за узгој повртарских култура. Обрада алувијалних земљишта је врло лака јер су растресита и брзо се оцеђују после кише. Регулацијом тока Млаве и Дунавца, подизањем одбрамбених насипа и прокопавањем канала за одводњавање сувишних подземних вода, сторени су услови за образовање генетски развијених, ливадско-ритских земљишта.

**Делуивијум** се среће уз стрмије падине, а нарочито у брдско – планинском делу. Има га у делу где престаје алувијална равна реке, на местима где се стране околног терена спуштају стрмо. Такође, појављује се испод манастира Рукумије, јужно од пута Пожаревац- Братинца, као и дуж пута Велико Црниће – Врбница - Орљево.

Табела 19. Хемијске особине делувијалних земљишта у области Млаве и Стига

профил	хоризонт	дубина см	CaCO <sub>3</sub> %	pH у H <sub>2</sub> O	pH у KCl	хумус%
Бошњак	I	0-20	0	6,25	5,5	2,94
Стамница	I	0-20	0	7,1	6,65	2,76
Пожаревац	I	0-15	0	7,27	6,26	2,55
Врбница	I	0-18	0	6,95	6,05	2,67
В.Село	I	0-20	0	7,05	6,3	2,69

(Антонијевић и сар., 1975)

Овај тип земљишта спада у групу генетских земљишта насталих спирањем површинског растреситог материјала са виших терена и његовим нагомилавањем у подножју брдовитог терена. Јавља се на местима где је земљиште девастирано и изложено ерозионим процесима. Механички састав делувијума је доста неуједначен и може се сврстати у групе од песковите иловаче до глине. Ова земљишта су бескарбонатна и то скоро у свим слојевима, а проценат хумуса у њима није задовољавајући.



Слика 39. Пескуша на умртвљеној дини између Речице и Рама  
(Фото: М. Степановић, 2007)

**Пескуше и живи песак** срећу се на подручју Рамско-затоњске пешчаре, односно у крајњем североисточном делу Стига. Основна маса песка састављена је од фракција ситног песка, док су фракције крупног песка, силта и глине незнатно заступљене. Минералошки састав песка у пешчари чини углавном кварц (око 70 %), нераспаднути силикати (око 20%), и калцит (око 10%). Песак се може класификовати саставу, месту налажења, стању ерозије и другим критеријумима. Песак механички може бити невезан, када садржи мање од 5% глине, везан, када садржи 5-10 % глине и иловаст, ако у саставу има 10-15% глине. Што се тиче стања ерозије, може се поделити на песак са слабо, средње и веома израженом ерозијом (Антонијевић и сар., 1975).



## БИОГЕОГРАФСKE КАРАКТЕРИСТИКЕ

Равничарски и благо заталасани терени плодног Стига и његовог ободног дела, надалеко су познати по изузетно плодним ораничним површинама, које су се одликовале великим производним способностима за узгој разноврсних култура. Због тога се од прве фазе насељавања људи на овом простору вршило интензивно и стихијско уништавање шумског покривача. На тај начин је у континуитету мењан изглед пејзажа, а тиме и заступљеност појединих врста дрвећа. Кроз исте фазе пролазио је и травни покривач, тако да у ареалу данашњег Стига најмању заступљеност имају самоникли представници шумске и травне вегетације, док преовлађује културно биље и вештачки засади четинара и меких лишћара. Услед промене услова живота, односно станишта, знатно је промењена бројност заступљеност по врстама животиња (Степановић, 2007).

**Биљни свет** у Стигу представљен је самониклом шумском и травном вегетацијом, као и културним биљем.

Шумски покривач на стишкој територији данас се потпуно разликује од оног који је до пре два века прекривао огромне површине *Млаве*. Крчењем шума и стихијским претварањем земљишта у оранице, шумски покривач у равничарском делу територије је сведен на мање фрагменте девастираних листопадних шума. Од столетних храстових шума, сада се могу срести само реликтни примерци, који се код локалног становништва сматрају кулtnим објектима, тзв. „записима“.

Шумска вегетација је почетком XIX века потпуно прекривала територију Стига, док су ораничне површине биле заступљене у виду пропланака. Оваква слика остала је овековечена у записима наших великих путописаца. Тако је Јоаким Вујић (1802) записао, пролазећи између Калишта и Заове, да је пролазио кроз „страшне шуме“, али и кроз прекрасне ливаде.

*Слика 39. Храстова оаза код Малог Црнића**Слика 40. Реликтни храст „запис“ код Куле**(Фото: Степановић, 2007)*

Нешто касније, прошао је долином Млаве и Ото Дубисав Пирх (1829), који је записао да густа шума прекрива алувијалну раван ове реке, а да су ободни делови били под знатним површинама обрађеног земљишта.

Територија Стига погодује развоју шума, али због њеног изразито пољопривредног карактера, оне су девастирањем доведене до усамљених оаза некада богатог шумског фонда. Услед негативног утицаја човека и других фактора, шуме су дана заступљене у континуитету само у вишим деловима Сопотске греде и Божевачке косе. Већи комплекси јављају се у граничном делу развођа између Млаве и Пека, који се веже за венац Хомољских планина.

*Слика 41. Локалитет “Храстовача” - реликтни остатак храстових шума на Костолачком острву (Фото: М. Степановић, 2011)*

У равничарском делу Стига шуме су се задржале на поплавним, односно површинама склоним превлажавању, поред Млаве, Могиле и Дунава, међутим, ни овде не представљају јединствен покривач јер су испрекидане ливадама. По свом саставу оне су хетерогене.

Реликтни остаци храстових шума у Стигу очувани су на локалитету „Храстовача“, на Костолачком острву и налазе се под заштитом Завода за заштиту природе Србије.

Од тврдых лишћара, на вишем терену претежно је заступљен багрем, затим црни јасен, а у највишим деловима цер и граб.



*Слика 42. Врбац у алувијалној равни Млаве у Стигу  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Меки лишћари заузимају највеће површине и то на нижим теренима који су под утицајем подземних и површинских вода. Врба, јова и разне врсте тополе прате речне токове и највеће површине покривају у инундационим равнима Дунава, Млаве и њених притока.

Између ораничних парцела, а делимично и на вишем терену, заступљена је и листопадна жбунаста вегетација: црвени и црни глог, трњина, дивља ружа, леска, зова и др.

У ободним деловима Стига, на Божевачкој и Сопотској греди, јављају се мање површине под засадама багрема и разних четинара.

Четинари се срећу углавном као декоративно дрво у двориштима, а најчешћи представници су туја, смреча, бели бор, ариш и др.

Травна самоникла вегетација са најчешћим представницима: љуљ, јежевица, ливадарка, вијак и др. такође је сведена на мале површине усамљених парцела. Самониклу травну вегетацију заменила је вештачка трава и разне врсте детелина.

У нижим деловима атара, односно на алувијалној и инундационој равни Млаве, травни покривач чине асоцијације долињских ливада и мочварне вегетације.

Долинске ливаде заузимају просторе у алувијалним равнима који се при већим поплавама плаве, али се вода не задржава дуже. Пошто су услови за развој биљног света доста повољни јер се станишта одликују богатством хранљивих материја и довољном влажношћу, највеће површине које су некада захватале долинске ливаде претворене су у оранице. Ипак, мање пределе настањују усколисна боквица, бела и црвена детелина.

Вегетација мочварног типа се јавља на мањим локалитетима поред речних токова, на местима где је подземна вода стално високо а земљиште мочварног или барског типа. Напуштени рукавци реке Млаве обрасли су барском вегетацијом и то претежно трском, шеваром и барском млечиком.

На највећим површина некадашње самоникле вегетације, данас се узгаја културно биље. На оцедитијем терену претежно су заступљене ратарске, а на нижим деловима атара где су подземне воде плиће, повртарске културе. Од ратарских култура најзаступљенији су кукуруз и пшеница, а од индустријских сунцокрет и шећерна репа. Поред Млаве гаје се разне врсте повртарских култура, као што су парадајз, купус, краставци и др.

На брдским деловима атара самониклу шумску вегетацију заменили су квалитетни воћњаци и виногради, чији се производни вишкови износе на оближњу петровачку пијацу (Степановић, 2007).

**Животињски свет** у Стигу настањује све ареале доњег слива реке Млаве. Редуциране површине самоникле вегетације и њихово претварање у оранице, имале су за последицу драстичну промену бројности и врста животиња у Стигу. Шумовити предели Божевачке косе и Сопотске греде веома су богате племенитим врстама крупне дивљачи (срне, дивље свиње, лисице), травне површине стишке равнице, ситном

дивљачи (зец), а ујезерени Дунав и Млава пред ушћем, разноврсном пернатом дивљачи (патке, гуске, чапље и др).

Птичји свет представљен је разним врстама барских птица (рода, букавац, сива чапља, црна лиска, барска кока, дивља пловка глухара ), пољских птица (детлић, врабац, славуј, врана...), кока ( фазан, јаребица, препелица ), разне врсте голубова, дневних и ноћних грабљивица и др.



*Слика 43. Представницим птичјег света у рукавицу Дунава  
(Фото: М. Степановић, 2007)*

Осим дивљачи стишке воде су веома богате разним врстама рибе. Воде Дунава настањују све врсте слатководних риба, али и Млаву у зони ушћа у највећу реку у Европи. Најзаступљеније су беле рибе и то: деверика, бодарка, шпицер. Од осталих неплеменитих врста срећу се: буцов, греч, бабушка, сунчаница, а од племенитих врста: штука, смуђ, шаран, сом, толстолобик, амур.

Богатство Млаве и Дунава разноврсном рибом, привлачи велики број пецароша, а тихе воде ових река и пружају огромне могућности за економско рибарење.

Од гмизаваца најзаступљенији су гуштер, корњача, змија, а од водоземаца најчешћа је жаба.

## УТИЦАЈ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ УГЉА У КОСТОЛАЧКОМ БАСЕНУ НА ПРОМЕНУ ГЕОГРАФСКОГ ПРОСТОРА

Површински копови имају неповољан утицај на природни амбијент, који се испољава пре свега променама рељефа, са заузимањем и деградацијом плодног земљишта експлоатационим радовима и одлагалиштима јаловине. Рударска делатност утиче и на: промене правца кретања и нивоа подземних вода, промене климе, квалитет животне средине, промене у биљном и животинском свету.

Рударски радови, као и друге људске активности, имају утицај на природни амбијент и здраву животну средину. Ти утицаји зависе од врсте корисне супстанце која се откопава, од примењене технологија откопавања, организације производње и других параметара. Последице површинске експлоатације угља на околину су: промена рељефа, структуре тла (посебно површинских, али и дубљих слојева), затим промена правца кретања и нивоа подземних вода и др. У досадашњој пракси при површинској експлоатацији угља скоро редовно је долазило до изокретања природног редоследа слојева. Наиме, на одлагалиштима је често прво одлаган најгорњи и најплоднији део тла са хумусом, а преко њега неплодне доње партије - глине и песак. Одводњавање површинских копова доводи до снижавања нивоа подземних вода, тако да насеља остају без природних извора и бунара за снабдевање водом. Ово се решава активирањем нових изворишта и изградњом водовода. Не може се негирати и утицај на приносе у пољопривреди, мада је уз релативно мале инвестиције испумпану воду могуће усмерити за наводњавање.

Површински копови имају неповољан утицај на природни амбијент, који се испољава пре свега променама рељефа, са заузимањем и деградацијом плодног земљишта експлоатационим радовима и одлагалиштима јаловине.

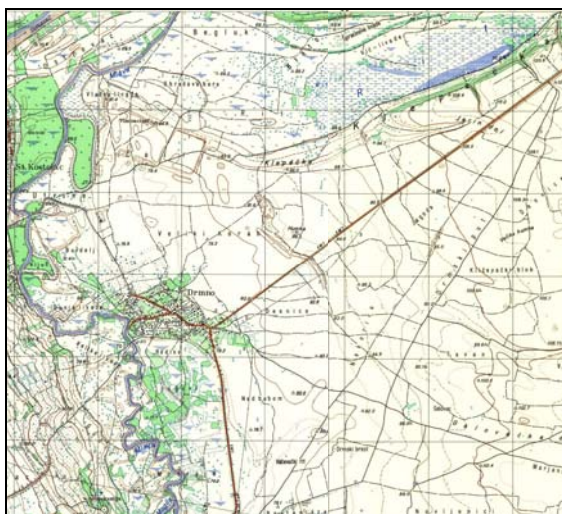


## УТИЦАЈ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ УГЉА НА ПРОМЕНУ РЕЉЕФА

На промену морфологије терена западног дела Стига утиче још од друге половине XIX века површинска експлоатација угља на ПК „Нови Костолац“, „Кленовник“, „Ћириковац“ и „Дрмно“, са одлагалиштима откривке и јаловине, као и пепела и шљаке.

Промене рељефа са деградацијом амбијента и тла настају као последица интензивне експлоатације угља. Са једне стране остају велике празнине због откопаних маса јаловине и угља, а са друге се формирају одлагалишта висине 60–80 m.

**А**



**В**



*Карте 22 и 23. Топографија околине села Дрмно  
пре почетка експлоатације угља (А) и осамдесетих година XX века (В)  
(Презуето са топографске секције Пожаревац 4-1 1:25000)*

### Границе површинског копа

Површински коп Дрмно заузима површину од 3074 ha. До сада је експлоатација завршена на 802 ha, а унутрашње одлагалиште је формирано на површини од 424 km<sup>2</sup> и спољње одлагалиште на површини од 196 ha.

Границе површинског копа „Дрмно“ од почетка експлоатације лигнита зависиле су од пројектованих количина потребног угља за различите потребе, као што су:

- снабдевање теромелектрана „Костолац“ угљем,

- снабдевања широке потрошње угљем, као и оптималним природним условима, као што су:
- геолошке резерве и квалитет угља, и
- геолошке границе лежишта.

Са повећањем потреба за лигнитом, из године у годину граница се све брже померала. Данас је она условљена зацртаном годишњом количином ископаног угља од 10 милиона тона, од чега је за слободно тржиште предвиђено око 0,5 милиона тона.

Поред наведених основних критеријума утицај на ограничење копа имао је и положај постојећих инфраструктурних објеката: термоелектране, Виминацијум, насељених места и реке Дунав.

Граница копа на западној страни одређена је на основу положаја објеката ТЕ "В", заштићеног простора археолошког налазишта Виминацијум и геолошке границе лежишта. Постављена је тако што је остављен сигурносни појас ширине 150 m према наведеним објектима и простире се паралелно са границом заштићене зоне археолошког парка Виминацијум северно према Дунавцу.

Северна граница копа је одређена Дунавом, тачније сигурносним појасом према овој реци ширине око 0,7 km.

Источна граница је одређена сигурносним појасом према селу Кличевцу, а даље према југу границом исклићења угљеног слоја.

Границу копа са јужне стране представља завршно стање рударских радова из 2008. године.

Нагиби завршних косина копа одређени су на основу геомеханичке анализе стабилности завршних косина уз одговарајуће коефицијенте сигурности према објектима на терену. Генерални нагиб завршних косина на откривци креће се од 9° (са коефицијентом сигурности 1,5 према селу Дрмно и Кличевац, археолошком налазишту Виминацијум и реци Дунав) до 22° у осталим деловима површинског копа.

Завршним контурама површинског копа „Дрмно“ захваћена је површина од око 2.450 ha, док захваћена површина на кровини угља износи 1.920 ha.



У наредном периоду експлоатације лигнита на површинском копу "Дрмно", генералан правац напредовања рударских радова је идентичан, односно откопавање се врши од југа ка северу.

Значајна карактеристика откопавања у периоду до 2013. године је стално проширење фронта откопавања (предвиђен тренд до краја 2018. године), чиме се ширина простора, предвиђеног за експропријацију, линеарно повећава дуж западне стране завршне контуре копа. У складу са повећавањем ширине фронта рударских радова, смањује се брзина напредовања фронта, а са њом и површина земљишта захваћена рударским радовима. На брзину напредовања фронта рударских радова, додатно утиче и откопавање откривке у зони "капе" јер се дебљина откривке знатно повећава.

Од 2014. године до краја експлоатације на површинском копу Дрмно испред фронта радова предвиђена је израда још 6 баража бунара. Између новог водонепропусног екрана и завршних косина површинског копа у периоду од 2013. године па до краја експлоатације 2041. године, потребно је изградити бунаре на међусобном растојању од 100 m, који дренажу само песак.

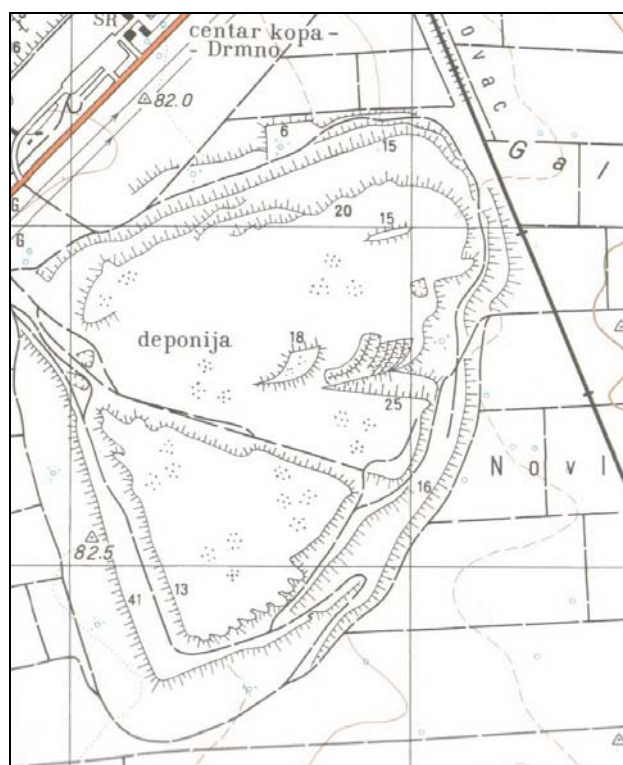
Експлоатација угља на површинском копу „Дрмно“ планирана је до 2040. године. До тада ће контура копа пресећи Дунавац, да би се 2040. године приближити десној обали Дунава, на око 1000 m. Укупна површина терена, обухваћеног хидрогеолошким истраживањима, износи око  $40 \text{ km}^2$ , док је дужина трасе напредовања у наредних 35 година око 5,5 km. Имајући у виду тај простор и динамику развоја експлоатације угља, концепција истраживања је морала да уважи неколико ограничавајућих фактора, односно захтева.

Површински коп треба да обезбеди довољне количине угља за потребе 1007 MW инсталисане снаге Термоелектрана Колсталац А (310 MW) и Костолац Б (697 MW). Годишње потребе термоелектрана за угљем у том периоду износиће  $8,5 \times 10^6 \text{ t/год.}$  Такође, потребно је обезбедити и додатних 500.000 t/год. комадног угља за широку потрошњу. Према томе, потребне количине угља са ПК „Дрмно“ на годишњем нивоу износе  $9,0 \times 10^6 \text{ t/год.}$  Да би се остварила ова производња, неопходно је уклонити око 43 милиона  $\text{m}^3$  откривке.

## Одлагалишта

Радови на ПК „Дрмно“ започети су предводњавањем 1983. године. У периоду 1983-1995. исцрпљено је  $186 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  воде. Годишње се из копа испумпа близу  $15 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  воде.

Крајем 1987. године започета је експлоатација угља и те године је откопано 47.150 t, а следеће 1988. године 1.452.319 t угља.



Карта 24. Спољашње одлагалиште откритке и јаловине ПК „Дрмно“  
(Преузето са топографске секције Пожаревац 2-2, 1:25 000)

Најпре је откритка одлагана на спољашњем одлагалишту источно од села Брадарац, а затим и на унутрашњем одлагалишту, западно од некадашњег пута Дрмно-Брадарац. На њему је одлагалиште откритке завршено 1996. године. До сада је техничка рекултивација извршена на 53 ha од којих су 23 ha и биолошки рекултивисани.



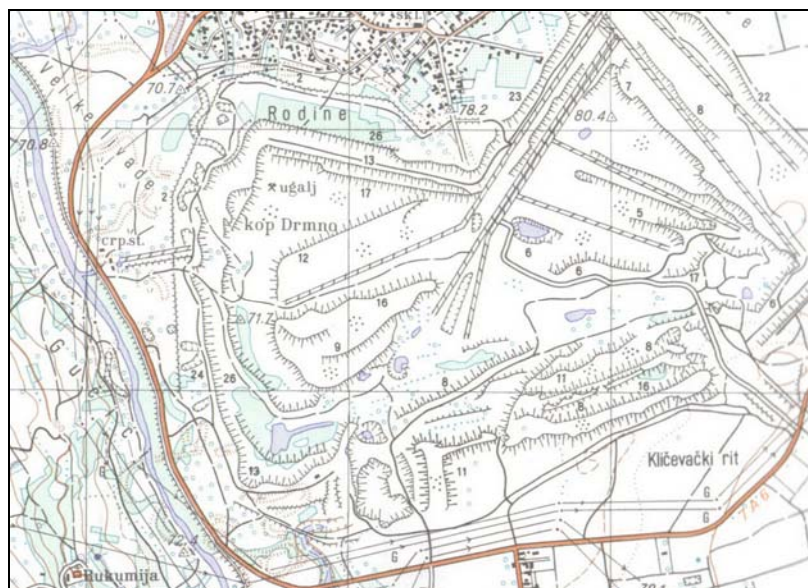
*Слика 44. Рецентно спољашње одлагалиште откритке и јаловине ПК „Дрмно“  
(источна страна)  
(Фото: М. Степановић, 2011)*

Главним рударским пројектом предвиђена је експропријација 2.100 ха, махом првокласног пољопривредног земљишта. Од тога је до данас експропријисано 1.150 ха. Деградирано је 635 ха: до сада реализоване фигуре копа и спољашњег одлагалишта, затим око 60 ха са објектима одводњавања и 55 ха површине које се третирају као трајно деградиране (управна зграда, радионице и други грађевински објекти, монтажни плац, путеви и др.).



*Слика 45. Рецентно спољашње одлагалиште откритке и јаловине ПК „Дрмно“ (јужна страна)  
(Фото: М. Степановић, 2011)*

Граница унутрашњег одлагалишта на јужној страни одређена је на основу положаја већ постојећег унутрашњег одлагалишта, тако што се одлагање наставља у правцу југ-север, а површ одлагалишта се доводи на коту 105 m а.в.



*Карта 25. Унутрашње одлагалиште откритке и јаловине ПК „Дрмно“  
(Преузето са топографске секције Пожаревац 2-2, 1:25 000)*

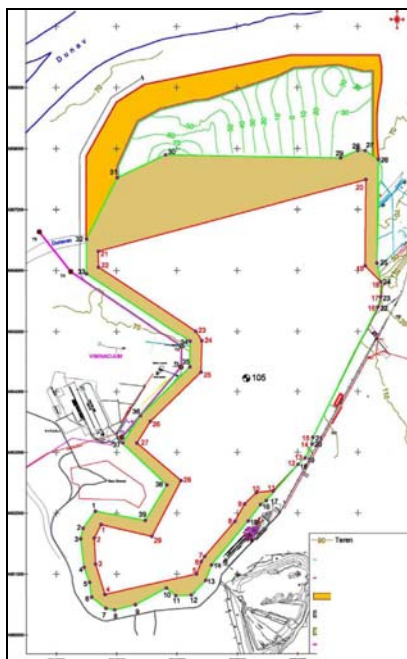
Граница одлагалишта на западној страни одређена је на основу положаја објекта ТЕ "В" и заштићеног простора археолошког налазишта Виминацијум и геолошке границе. Постављена је тако што је остављен сигурносни појас ширине 150 m и простире се паралелно са границом заштићене зоне археолошког парка Виминацијум северно према Дунавцу.



*Слика 46. Унутрашње одлагалиште откритке и јаловине ПК „Дрмно“  
(Фото: М. Степановић, 2011)*

Источна граница одлагалишта је одређена на терену (идући од севера ка југу) остављањем сигурносног појаса према насељеном месту Кличевац, трафо станици и објектима за одржавање помоћне механизације.

Северна граница одлагалишта унутар копаје одређена на основу одлагања укупних количина откривке у веку копа. Као што се са скице 5 може видети, унутар копа „Дрмно“ остаће незапуњен простор од око 5 милиона  $m^3$ .



*Прилог 22. Границе унутрашњег одлагалишта ПК „Дрмно”  
на крају експлоатације 2041. године (Просторни план..., 2002)*

Нагиби косина на одлагалишту одређени су на основу геомеханичке анализе стабилности завршних косина уз одговарајуће коефицијенте сигурности према објектима на терену. Генерални нагиб завршне косине копа креће се од  $9^\circ$  према селима Дрмно и Кличевац, археолошком налазишту Виминацијум и Дунаву, до  $22^\circ$  у осталим деловима одлагалишта.

## Пепелишта

При производњи енергије из угља термоелектране избацују велике количине пепеле и шљаке, који представљају један од највећих извора загађења околине. Проценат пепела у односу на сагорели угаљ износи 15-20% (код калоричнијих угљева и

бољег сагоревања у котловима) до 20-30% (код ниско калоричних угљева и лошијег сагоревања).

Количина пепела и шљаке, који се избацују из термoeлектрана у Србији, већ премашују  $5 \text{ m}^3/\text{год.}$  по становнику а у насељима која се налазе у околини термoeлектрана и преко  $100 \text{ m}^3$ .

Термoeлектране „Костолац-А“ (А-1 и А-2) су од самог почетка свог рада користиле Костолачко острво као депонију пепела и шљаке. Општом концепцијом изградње и експлоатације Термoeлектране „Костолац-В“, било је предвиђено да се пепео и шљака одлажу унутар слободног простора површинског копа „Дрмно“. Међутим, у почетној фази рада ове термoeлектране и експлоатације на копу „Дрмно“, није се могло приступити планираној реализацији, обзиром да није створен слободан простор унутар копа за одлагање пепела и шљаке. Процена је била да ће се за 5-10 година у површинском копу „Дрмно“ ослободити довољно велики простор за несметано и технички сигурно одлагање пепела. Истовремено је одлучено да се у том прелазном периоду пепео и шљака депонују на постојећој депонији на „Средњем костолачком острву“. Сматрало се да је простор сасвим довољан за смештај пепела и шљаке из ТЕКО „А“ (А-1 и А-2) до краја радног века ове термoeлектране и за смештај пепела и шљаке из ТЕКО „В“ (В-1, В-2) за десет година. Међутим, у садашњем периоду рада на површинском копу „Дрмно“, дошло је до знатних одступања у планираној динамици експлоатације угља и одлагања јаловине, тако да се реално наметнула потреба проналажења решења за одлагање пепела и шљаке из ТЕ „Костолац – В“ (Грубетић, 2002).

Костолачке термoeлектране раде са четири блока укупног капацитета око  $1000 \text{ MW}$ , који годишње избаце од 2,5 до  $3,0 \times 10^9$  пепела.

Магистралним пепеловодима пепео и шљака настали сагоревањем угља у блоковима А-2 и А-3 ТЕ „Костолац-А“ и блоковима В-1 и В-2 ТЕ „Костолац-В“ (Дрмно), доводе се у виду хидромешавине у односу 1:10 до депонија пепела „Средње костолачко острво“, које се налазе на левој страни ушћа Млаве у Дунав, где се врши депоновање у три касете („А“ 90 ha, „В“ 60 ha, „С“ 70 ha), укупне површине 220 ha.

Депоније пепела термoeлектрана у Костолцу су лоциране на тзв. „Костолачком острву“, на десној обали реке Дунав а северно од града Костолаца. Са југозападне стране



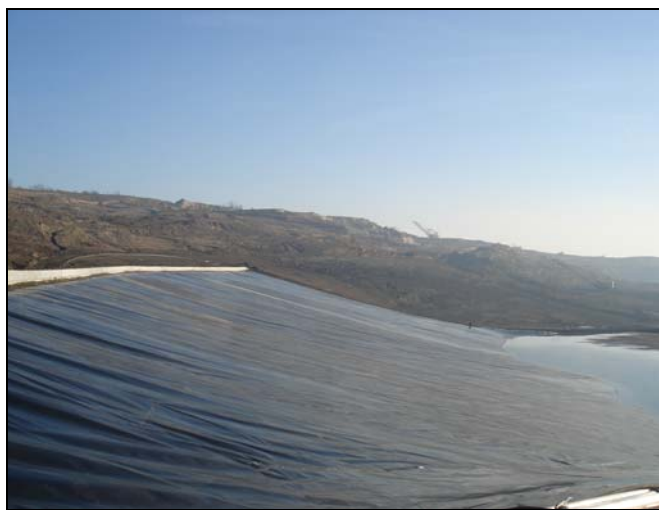
депоније налази се неплански подигнуто насеље „Канал“, које се такоређи наслања на насип депоније, са јужне стране налази се одлагалиште јаловине рудника док се са источне стране налази река Млава. Просечна кота терена пре запуњавања пепелом износила је 69-70 m, док завршна кота, после запуњавања, треба да износи 79 m, у три висинске етаже.



Слика 47. Одлагалиште пепела и шљаке на Средњем костолачком острву  
(Фото: Степановић, 2010)

Локација „Доње костолачко острво“, с једне стране је ограничена одбрамбеним насипима према Дунаву и Млави, а са друге стране дренажним каналима. У фази градње ТЕКО „В“ није била прихваћена идеја да се одлагање пепела врши на овој локацији због изузетно плодног, мелиорисаног земљишта које би се на тај начин уништено. Такође, неповољност ове локације је што у погледу заштите од подземних вода због чега би била неопходна уградња водонепропусних фолија.

У завршној фази реализације налази се пројекат прилагођавања старог копа „Ћириковац“ за одлагање пепела и шљаке ТЕ Костолац „А“ и „А1“ и ТЕ Костолац „В“ („Дрмно“).



Слика 48. Постављање фолије за одлагање пепела и шљаке у старом копу „Ћириковац“  
(Фото: М. Степановић, 2011)

Ради спречавања загађења подземних вода, а преко њих и површинских вода оближње Млаве, поставља се специјална фолија. Послове на овом плану знатно је пореметило и пролонгирало реализацију пројекта, активирано клизиште у северном делу старог копа.



Слика 49. Активирано клизиште у северном делу старог копа „Ђуриковац“  
(Фото: М. Степановић, 2011)

У садашњим условима, постоји идеја о изградњи силоског простора за пепео и шљаку.



Слика 50. Будући силоси за одлагање пепела и шљаке  
(Фото: М. Степановић, 2011)



## Рекултивација одлагалишта

У процесу површинског откопавања угља неминовно долази до уништавања великих површина плодног земљишта.

Технологија експлоатације подразумева откопавање корисне минералне сировине и њен транспорт изван локације лежишта. Због откопане и отклоњене масе откривке (земљишта које се налази изнад слоја угља), формирају се велике депресија, што условљава промену и нарушавање морфолошких и естетских карактеристика постојећег природног амбијента.

Одлагање јаловине са површинског копа Дрмно вршило се у првој фази експлоатације на спољашњем, а сада на унутрашњем одлагалишту, тако да се при наведеним активностима користи већ постојећи простор и тиме не врши додатна деградација земљишта.

Основни стратешки циљ у области ревитализације и рекултивације простора и заштите природе јесте смањење неповољних утицаја експлоатације и прераде лигнита у Костолачком угљеном басену на стање стање пољопривредног земљишта, шума, вода, ваздуха, живог света и других природних и социо-економских услова живљења, упоредо са предузимањем ефикасних мера за постепено остваривање сталног и приметног побољшавања еколошких, економских и амбијентално-пејзажних обележја целог подручја.

Биолошка рекултивација обухвата активности којима се врши привођење терена првобитној намени и њен основни задатак је формирање плодног земљишта и биљног покривача који по својим репродуктивним способностима неће заостајати за аутохтоним земљиштима и биљним врстама. Биолошка рекултивација обухвата агротехничке, мелиорационе и биолошке мере којима се обнавља плодност оштећеног земљишта на коме се планира формирање вештачких заједница.

На простору одлагалишта површинског копа „Дрмно“, биолошка рекултивација укључује примену фитомелиорационих мера којима се врши сетва различитих травно-легуминозних врста, након чега се гаје ратарске културе, односно шумске дрвенасте или жбунасте врсте. Равне површине одлагалишта прекривене хумусним земљишним

слојем намењене су за пољопривредну рекултивацију, а косине за садњу шумских врста.

Коришћење пољопривредног земљишта за експлоатацију минералних сировина има привремени карактер, због чега је неопходно привести га привобитној намени након експлоатације, односно оспособити га за поновну пољопривредну производњу.

Како при откопавању угља настају велике количине откопаног, јаловинског материјала, он се до сада депоновао на начин који је технолошки био најприхватљивији, само у циљу одржавања интезивне динамике производње угља. Таквим технолошким поступцима овако депоновани материјал није се користио, пошто му је производна способност била веома мала. Такође, рекултивисане мале површине биле су привођене шумским културама, остављене неискоришћене, а у случају њиховог враћања пољопривредној производњи, то је чињено уз пуно улагања и веома често са недовољним резултатима.

Суштински, ако се зна да је проблем рационалне пољопривредне производње условљен квалитетом земљишта на коме се она обавља, намеће се потреба образовања супстрата, који ће својим својствима испуњавати овај захтев. Образовање супстрата условљено је карактеристикама подлоге - одлагалишта и одликама нанетог материјала (хумусни слој).

Са гледишта биолошке рекултивације најбољи начин техничке рекултивације је селективни начин одлагања јаловина. Овај метод представља прекривање дела одлагалишта рекултибилним материјалом, хумусно акумулативним слојем черноземног земљишта моћности од 50-60 cm на равним површинама и 20 cm на насипима.

Басен угљенокопа Костолац налази се у зони земљишта типа чернозем, нашег најпродуктивнијег земљишта, формираног на лесу. Солум (површински покривач) тих земљишта је у просеку дебљине око 100 cm. Хумусно-акумулативни хоризонт је моћности од око 60 до 70 cm. Иловастог је механичког састава, са стабилним ситно грудвастим структурним агрегатима и релативно високим садржајем хумуса, који је у интервалу од 2,5 - 3%. Поступком селективног одлагања треба да обухвати део профила од 100 cm, чиме би се добио материјал земљишта, који се одликује високим производним својствима. Наношењем материјала земљишта и примењеним мерама

рекултивације, добиле би се површине са високим производним својствима (Ђулаковић и сар., 2002).

Одлагање земљишног материјала треба да буде селективно, у супротном ако се оно обавља неселективно, новоформирано земљиште ће имати ниску производну способност. Да би се изједначила са првобитном, неопходна су константно велика улагања која на крају постају тако висока, да се на њима производња више не исплати. Иначе, за правилно рекултивисано земљиште потребна су велика финансијска средства. Сматра се је за комплетну рекултивацију земљишта неопходно улагање од око 12.000 €/ha.

Радовима на рекултивацији постижу се повољнији ефекти. После завршене експлоатације и планирања неравних и косих површина, савременим агропедолошким третирањем део земљишта приводи се првобитној намени. У заветрини изузетно успева винова лоза и лековито биље. На бившим пепелиштима успева крмно биље, односно формирају се површине за модерну пољопривреду и производњу сировина за фармацеутску индустрију.

Блечић и Поповић (2001) истичу тврдњу да је као резултат површинске експлоатације угља и постексплоатационог коришћења рекултивисаног простора лежишта и других ресурса, природни амбијент, могуће чак и оплеменити и обогатити.

### **Рекултивација пепелишта**

Честице пепела из термоелектрана су веома ситне (преко 60% су ситније од 0,06 mm), тако да се под утицајем ветра разносе на велику раздаљину. Честице пепела, чађи и угља се емитују из димњака, са депонија пепела и депонија ситног угља.

Због јаког дејства најчешћих ветрова (кошаве и северца), честице са дела депоније, која је у сувом стању, се разносе према северозападу и југоистоку на растојања 1-5 km, а понекад и до 10 km. Интензитет дејства ветра на депонијама може бити толико јак да се у току године однесе слој пепела дебљине 70-100 cm, или 7-10.000 m<sup>3</sup>/ha површине. У време јаких ветрова видљивост у околини се толико смањи да се блокира пловни саобраћај на Дунаву, поред чије обале су лоциране депоније пепела (Кузмановић, 2002).

Разнети пепео се делимично задржава на природним препрекама (дрвеће, куће и објекти), а највећим делом се таложи на земљишту и води. Пољопривредне културе, на којима је наталожен пепео, практично су неупотребљиве за људску исхрану, а већим делом ни за исхрану животиња. Живот становника у околиним кућама је толико био отежан да су се неки од њих иселили. Запажена је учесталија појава болести дисајних органа и канцерозних обољења околног становништва.

Пепелишта костолачких тероелектрана на више начина угрожавају околна насеља: Стари Костолац, Дрмно, Костолац, Острово, Петка и др. Због тога се примењују одговарајуће мере заштите, као на пример, одвођење пепела водом, као и натапање депонија пепела водом. Међутим, ово није право решење па се наставило са даљим истраживањима на *биолошкој рекултивацији*.

Успостављањем биопокривача на пепелу је отежано јер пепео испољава неповољан водно-температурни режим са знатном еродубилношћу, што се неповољно одражава на раст и развој биљног покривача. Поред тога, пепео не садржи макрохранива, као што су азот и фосфор. Микроклиматски услови на пепелу као станишту биљака знатно су измењени у односу на нормално земљиште као станиште биљака. То се нарочито одражава на температурном градијенту у пепелу, јер је пепео црне боје и има повећану моћ апсорбовања светлости. Такође, због мале специфичне топлоте лако се загрева, а колебања температуре су виша на пепелу него на земљишту. Температура на површини пепела може да достигне вредност од 450°C, а према неким мерењима чак и до 600°C. Релативна влажност ваздуха је нижа изнад депоније, а евапотранспирација, односно испаравања су интензивнија са пепела него на природном станишту.

Табела 20. Хемијски састав пепела

Хемијски састав	Садржај (%)
SiO <sub>2</sub>	51,77
FeO <sub>3</sub>	9,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	23,98
CaO	7,02
MgO	2,15
Na <sub>2</sub> O	0,35
K <sub>2</sub> O	0,89
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11

(Кузмановић, 2002)

Измењени микроклиматски услови на депонији пепела условљавају погоршање еколошких услова, због чега се намеће проблем избора отпорних врста биљних заједница за формирање био-покривача као најуспешнијег начина спречавања разношења пепела ветром.

Рекултивацији пепела одређеним биљним врстама може се спровести на два начина:

- Минимална корекција еколошких особина одлагалишта пепела и засејавање одабраних врста биљака, које су се већ адаптирале на екстремне услове пепела;
- Примена мера које мењају услове за гајење биљака (на пример наношење дебљег слоја земље), тако да се на таквом супстрату може гајити већи број биљака.

Наношење хумусног слоја земље на одлагалиште пепела је најбоље решење, али дебљина претходно темељно истраженог земљишног слоја треба да одговара пољопривредним културама засејаним на рекултивираној површини.

Као једно од могућих решења од аерозагађења пепелишта је и прилагођавање технологије хидрауличног транспорта и депоновања пепела са потпуним очвршћавањем депоноване масе.

У Костолцу је 1973. године, први пут у нашој земљи, изведено искључиво биолошко везивање пепела на депонији површине 2 ha. Директно на пепелу, уз претходну обраду и фертилизацију, засејана је смеша трава *Medicago sativa*, *Festuca rubra* и *Poa pratensis*, која је за два месеца достигла такав склоп и раст биљака који онемогућава разношење (Ђулаковић, и сар., 2002).

Садња дрвећа на пепелу у Костолцу, почела је 1975. године. Прво су, у форми ветро-заштитног појаса, засађени багрем (*Robinia pseudoacacia*) и евро-америчке тополе (*Populus euroamericana*), који су се најбоље прилагодили специфичној педолошкој основи, а потом и друге врсте дрвећа као што су: тамарис (*Tamarix tetrandra*), дафина (*Eleagnus angustifolia*) и бела топола (*Populus alba*) од лишћара и црни бор (*Pinus nigra*) од четинара.

Багрем је сађен без додатака ђубрива, а садни материјал су биле једногодишње саднице; топола добро подноси пепео као супстрат, а запажена је појава њеног спонтаног насељавања семеном са околних стабала; брезе, које су сађене као двогодишње саднице, су се одржале у 70-80%, али са малим годишњим прирастом;

црни бор се у прве две године врло тешко адаптирао на услове пепела (25-30% јединки се осушило после прве вегетације).

Осим садње дрвећа, на депонијама је сејана и трава на великим површинама. Тако је, на пример, у пролеће 1980. године засејано травом око 40 ha.

Од посејаних трава највећу адаптилност на услове пепела показале су: црвени вијук (*Festuca rubra*), луцерка (*Medicago sativa*) и уљана репица (*Brassica napus olifera*).

Осим пошумљавања и затављивања пепелишта, покушало се и са коришћењем пепелишта за производњу поврћа, ситног воћа, лековитог биља, крмног биља и других култура, али са скромним резултатима.

Рекултивација пепелишта може се успешно обавити у релативно кратком року. Сетвом траве разношење пепела се може спречити после 2-3 месеца, а пошумљавањем након 2-3 године. Комбинацијом ове две методе постижу се веома добри резултати. Пошумљене депоније пепела имају доминантну улогу у продукцији кисеоника утрошеног процесом сагоревања угља.

## САВРЕМЕНИ ГЕОМОРФОЛОШКИ ПРОЦЕСИ У ЗОНИ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ УГЉА И ОДГАГАЛИШТА

Геоморфолошки процеси који су карактеристични за зону експлоатације угља, одлагалишта откривке, јаловине, пепела и шљаке, могу се сврстати у **савремене геоморфолошке процесе** који се и данас одвијају у Костолачком басену, а то су:

- флувијални процеси,
- делувијални процеси,
- колувијални процеси,
- елувијални процеси и,
- пролувијални процеси.

**Флувијални процеси** су изражени у коритима Млаве и Дунава. Корита река су изграђена углавном од песковитог материјала тако да током времена долази до њиховог разарања, поткопавања, обрушавања, клизања и слегања непосредне зоне око корита река. Након регулације тока Млаве у зони одлагалишта откривне и јаловине, долази до повећања ерозионе моћи што се огледа у поткопавању обала и таложењу песковитих материјала у виду мањих спрудова у кориту реке.

**Делувијални процеси** представљају површинско распадање које се огледа кроз промену физичко-механичких, структурних и других својстава стенских маса, а као продукт ових процеса формира се зона распадања површинских делова стенских маса. Зона распадања површинских делова стенских маса својом дебљином често успорава процес распадања, али омогућава активирање других инжењерско-геолошких процеса као што је јаружање, клижење итд. наравно, тамо где на терену постоје услови за то.

**Колувијални процеси** се одвијају на косинама радних и одлагалишних етажа, на косини греде, где доводи до промене рељефа, а у крајњој фази до снижења рељефа и ублажавања нагиба косина. Ови процеси су карактеристични за напуштени стари коп „Ћириковац“ и ПК „Дрмно“, где се врши експлоатација угља.

**Елувијални процеси** се одвијају у виду планарног спирања ситних честица у површинском делу терена и одношење у ниже делове терена. Ови процеси се јављају и



на теренима који су рекултивисани (под ораницама, воћњацима, виноградима, делом пашњацима), али у знатно мањој мери него на још увек нетретираним површинама.

**Пролувијални процеси** су знатно изражени у деловима терена где је дубља зона распадања, а пошумљеност мања и манифестује се после обилних падавина када по предиспонираним правцима долази до ерозионог рада воде. Производ овог процеса су јаруге мање дубине, кратке и испрекидане, а при дну заплављене бујичним наносом глиновито прашинастог састава.

Најбрже рецентне геоморфолошке појаве карактеристичне за Костолачки басен, одвијају се у зони експлоатационог поља, одлагалишта откривке и јаловине и одлагалишта пепела и шљаке, у виду клижења масе, слегања терена и течења маса.

**Клизање маса** је директна последица рударских радова и може се јавити у зони експлоатације угља у самом копу и на одлагалиштима.

**Слегање терена** се јавља у деловима изнад старих јамских радова. Величине деформације тла услед слегања су различите и углавном зависе од геолошких карактеристика стена. Деформације су манифестоване са више паралелних пукотина дуж којих се земљиште степеничасто спушта. За сада је ова појава уочена на делу пута Костолац-Стари Костолац.

**Течење маса** као појава поремећаја тла констатовано је на радним етажама и одлагалиштима. Ова појава се манифестује цурењем и оцеђивањем вода из јаловине која је одлагана у депонијама у чијем је сатаву био песак са већим садржајем воде због чега ти пескови имају особину течења.

Формирањем издани у трупку одлагалишта долази до слегања и клизања маса, које могу угрозити саобраћајнице.

Инжењерско-геолошким испитивањима и дугогодишњом експлоатацијом угља, јављају се деформације кровине изазване рударским радовима и одлагањем јаловине ван копова. То су брзе промене на теренима где је дошло до промене запремине, положаја и структуре стенских маса, стварање пукотина, степеничато спуштање блокова итд.

## САВРЕМЕНЕ ГЕОМОРФОЛОШКЕ ПРОМЕНЕ ПРИКАЗАНЕ У GIS -у

### Примена GIS -а у рударству

Природна богатства, геолошке резерве и ресурси представљају основу на којој се заснива стратегија економског развоја сваког рудника. Једноставан и ефикасан приступ подацима овог домена је од виталног значаја за економски и технолошки развој Рударско енергетског комбината Костолац. Савремене информационе технологије као што су: географски информациони системи (GIS), даљинска детекција, просторно моделирање итд. омогућавају ефикасно задовољење ових потреба.

Константан пораст геолошких података и информација није праћен адекватним развојем и увођењем савремених информационих технологија, тако да је вођење различите геолошке документације и даље организовано у оквиру већег броја стручних библиотека и архива, при чему је потраживање одређене информације концепцијски недоступно, отежано или временски неприхватљиво.

Велика количина и разноликост геолошких података (подаци о истражним бушотинама, топографија, геомеханика, геофизички подаци, хидрогеолошки параметри, итд.), веома тешко се могу ефикасно употребити у изворном облику. Географски информациони системи (GIS) представљају моћан алат којим се сви подаци могу релативно једноставно интегрисати и према потреби користити (Степановић, 2007).

Превасходни циљ израде базе података и примене GIS-а је стварање информатичке основе за архивирање геолошких података и информација у дигиталном облику. Формирање дигиталне архиве, обезбеђује савремену и ефикасну информациону базу за обављање свих активности везаних за планирање, истраживање, одлучивање и пројектовање Површинског копа Дрмно.

Оваквим приступом би били омогућени:

- Једноставан и ефикасан приступ геолошким подацима и информацијама о основним геолошким карактеристикама и ресурсима копа Дрмно;

- Архивирање, обрада, претраживање и дистрибуција геолошких података и информација;
- Систематизација обављених геолошких истраживања, ради спречавања понављања већ обављених геолошких радова;
- Једноставно праћење, ажурирање и анализирање резултата геолошких истраживања, у циљу оптималног планирања и пројектовања геолошких истраживања;
- Анализирање резултата геолошких истраживања, у циљу оптималног планирања процеса експлоатације угља, нарочито из перспективе управљања квалитетом угља.

С обзиром да циљ ове дисертације представља праћење и анализа савремених рељефних промена, то ће се две врсте промена: 1. у зони експлоатације угља на површинском копу, и 2. на одлагалиштима откривке и јаловине (за које постоје подаци), анализирати у GIS-у. Нажалост, евидентне рељефне промене које перманентно прате обе врсте рударске активности у ПК „Дрмно“, могуће је пропратити само за 2007., 2008. и 2009. годину, док за ранији период, подаци у дигиталној форми – не постоје!

Значајан проблем везан за простор ПК „Дрмно“ представља непостојање квалитетних топографских подлога које би се могле користити као основа за планирање како геолошких истражних радова, тако и експлоатације угља. Предуслов за развој ГИС-а ПК „Дрмно“ је креирање топографских подлога у адекватном софтверском алату.

## АНАЛИЗА ПОМОЋУ GIS -а

ГИС или Географски Информациони Систем је „рационално организован скуп рачунарског хардвера, софтвера, географских података и корисника, који је пројектован тако да омогућава ефикасно прикупљање, чување, сређивање, манипулисање, анализу и просторно приказивање географских и свих других информација које су од интереса за корисника“ (Ђурђевић, 2000).

Оно што ГИС одваја од других информационих система јесте што сваки податак који се налази у бази има своју просторну представу. ГИС те податке приказује у визуелном, једноставном и кориснику блиском облику. За ГИС важи девиза; што је података више његова употреба има већи значај и смисао. Због тога је нашао примену у свим гранама науке и привреде.

### Циљ

Циљеви анализе помоћу ГИС-а је утврђивање геоморфолошких промена:

- у зони експлоатације и
- зони одлагалишта откритне и јаловине.

### Начин реализације пројекта

Сваки ГИС пројекат се може поделити у следеће фазе:

- прикупљање података
- обрада података
- презентација резултата.

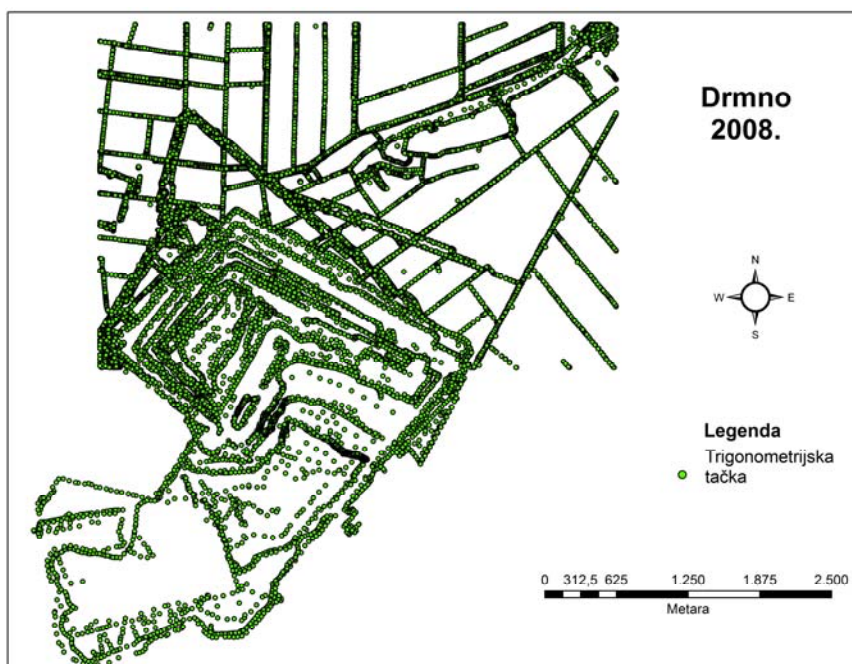
У првој фази подаци су прикупљени помоћу ГПС уређаја на самом локалитету површинског копа „Дрмно“. Подаци су се прикупљали у периоду од 2007. до 2009. године. Основни податак релевантан за ово истраживање је елевација. За 2007. годину прикупљено је 6642 тригонометријске тачке, за 2008. је 39807 а за 2009. чак 153691 тачка. На тај начин створена је завидна база података на основу које се може конструисати реалан модел рељефа.

Подаци који су прикупљени на терену у следећој фази су се разврставали у ГИС софтверу. Основни критеријум за разврставање података је локација на коју се односе.

За овај пројекат коришћен је програмски пакет АркГИС 9.3.1. софтверске компаније ЕСРИ. Овај програмски пакет један је од најбољих на тржишту, производи се већ дуги низ година и омогућава израду апсолутно свих апликација, од најпростијих до најсложенијих.

После разврставања према просторном критеријуму сагледани су типови и варијације података за сваку локацију појединачно и на основу њих је припремљена база података за унос. Подаци су прво конвертовани у шејп (shape) формат, који се као векторски запис може конвертовати у било који други формат које користе ГИС софтвери. База података је Dbase IV. Карта је геореференцирана у локалном геодетском координатном систему, са основним јединицама израженим у метрима (map units) и толеранцијом грешке до 5 метара.

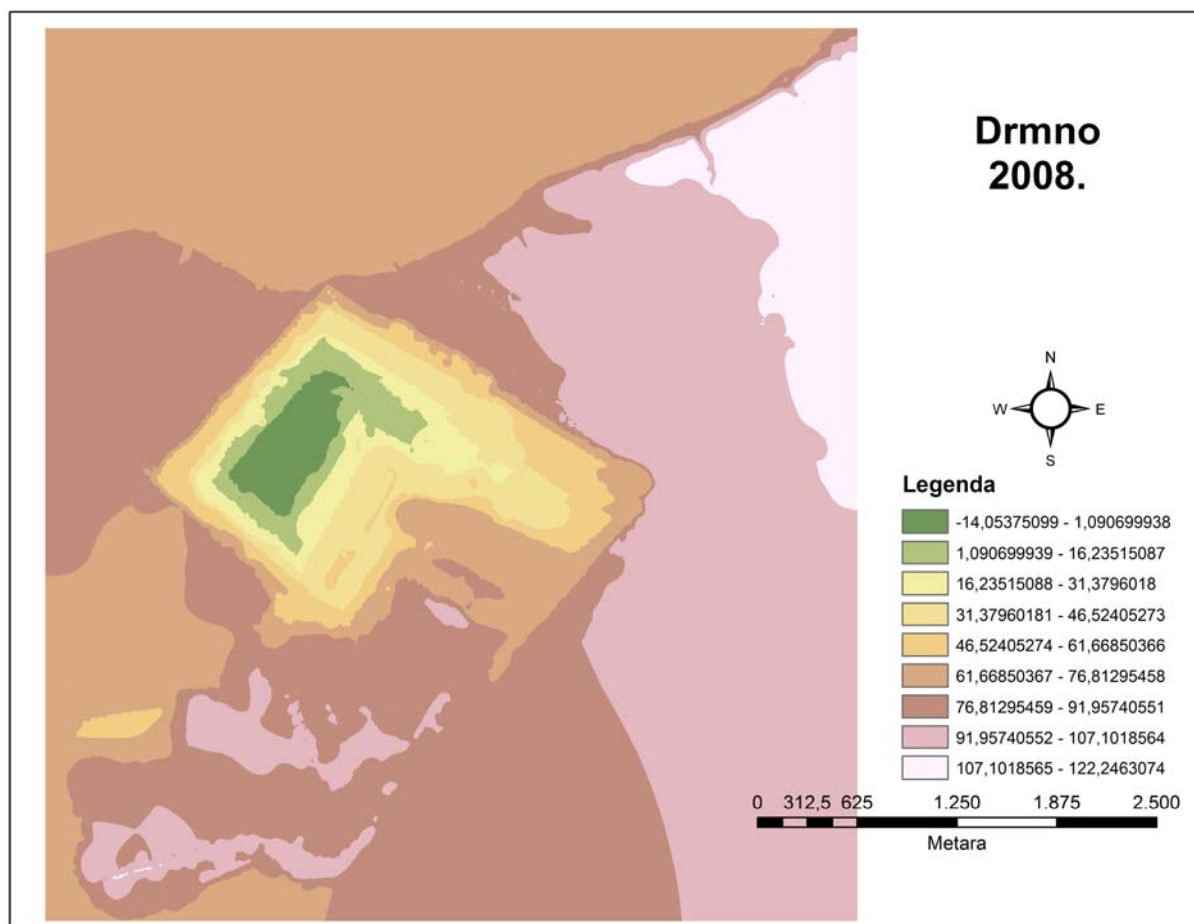
Тригонометријске тачке са податком о апсолутној висини су основа од које креће израда свих модела.



*Прилог 23. Тригонометријске тачке копа Дрмно*

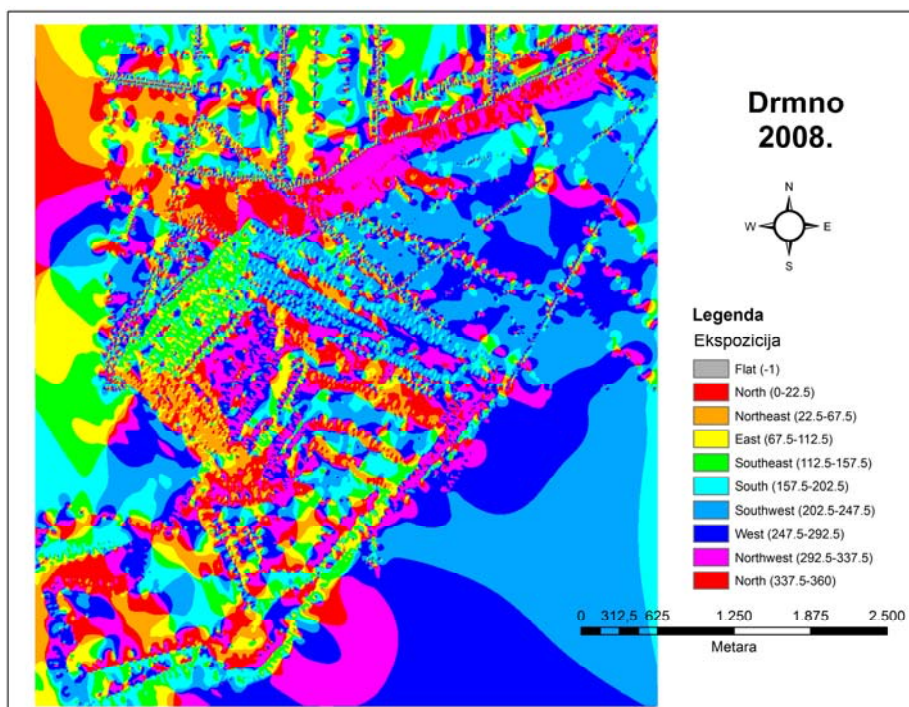
На основу ових тригонометријских тачака израђен је ДЕМ или дигитални елевациони модел. То је дигитална представа континуиране променљиве преко

дводимензионалне површине са правилном мрежом висинских вредности одређених у заједничком координатном систему која се користи за приказ рељефа терена.



*Прилог 24. Дигитални елевациони модел копа Дрмно*

Уз помоћ група алатки као што су Spatial Analyst и 3D Analyst можемо анализирати терен са различитих аспеката, те на тај начин приказати му нагибе, експозицију, изохипсе... Колико је ГИС користан можда би се могло закључити тек када бисмо све ово покушали „ручно“ одрадити.



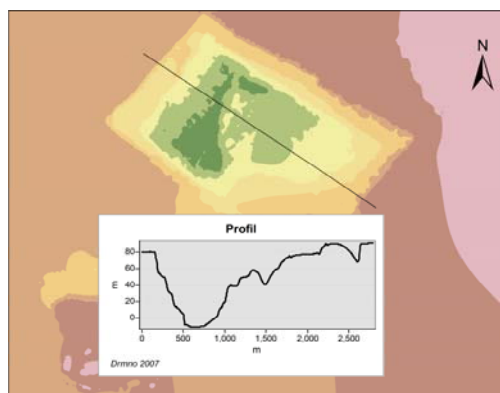
*Прилог 25. Експозиција терена копа Дрмно*

Такође, могуће је у неколико потеза направити профил рељефа. Профили се могу радити по замишљеној равној линији (од тачке А до тачке Б) или по изломљеној (од тачке А до тачке Б, од тачке Б до тачке В итд.). Могућа је израда безброј профила, од било које до било које тачке и то све за релативно кратак период.



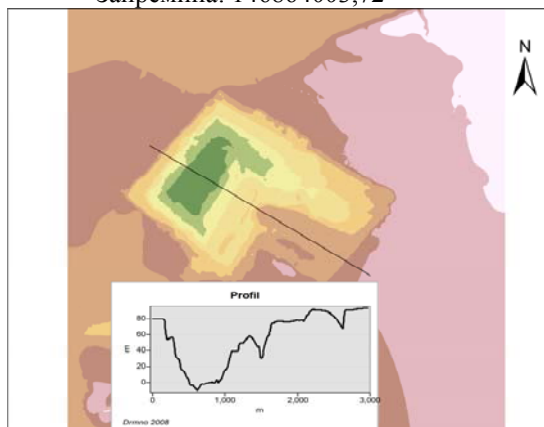
Прилог 26, 27 и 28. Промене површине копа „Дрмно“ испод изохипсе 80 m

2007.



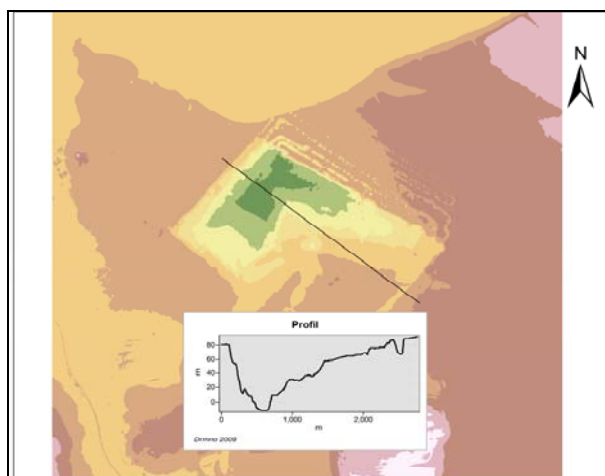
Површина: 4133677,41 (2Д);  
4208146,34 (3Д);  
Запремина: 146864003,72

2008.

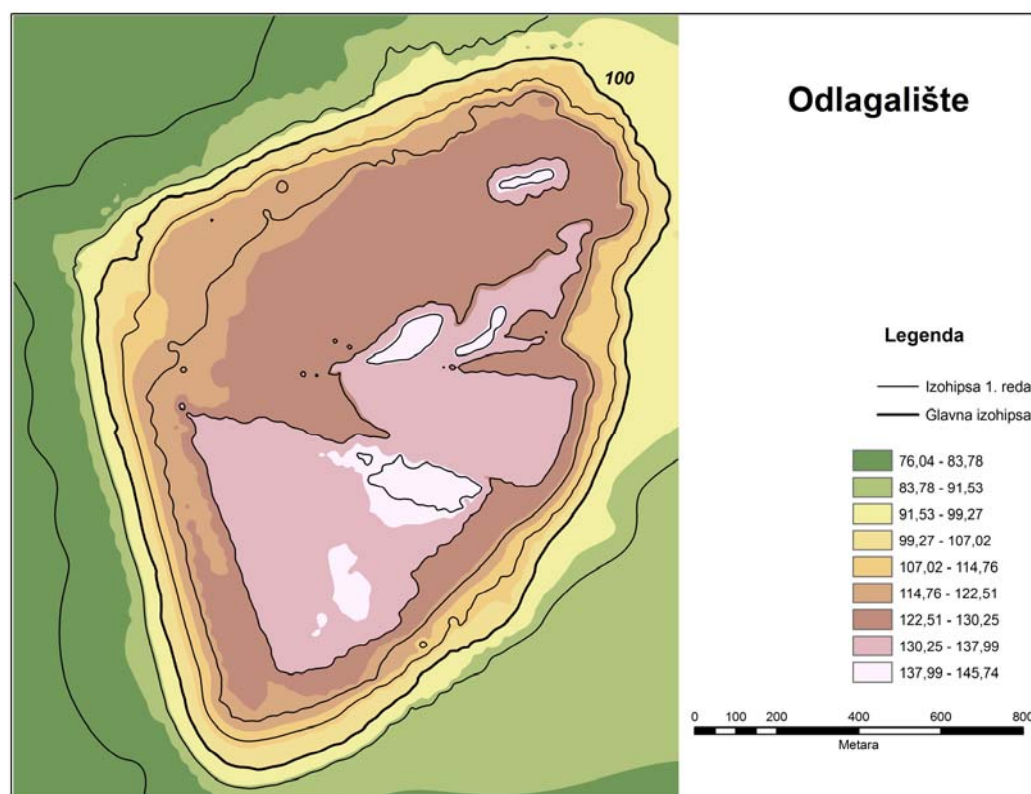


Површина: 4257120,68 (2Д);  
4371476,25 (3Д);  
Запремина: 156595428,18

2009.

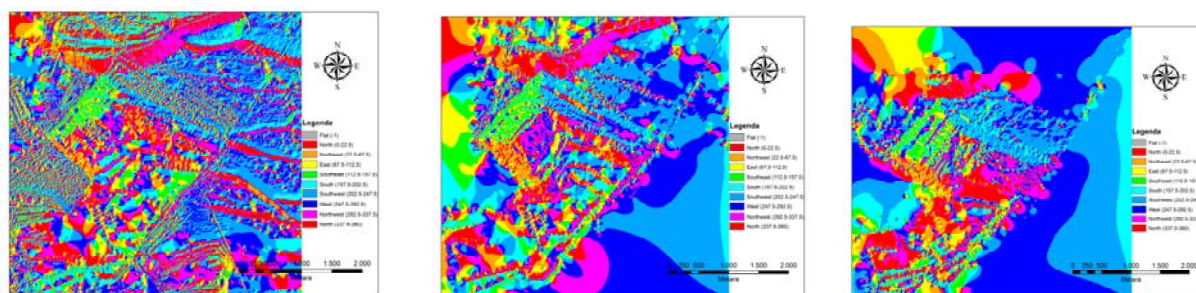


Површина: 3651189,98 (2Д);  
3958045,08 (3Д);  
Запремина: 133214768,25



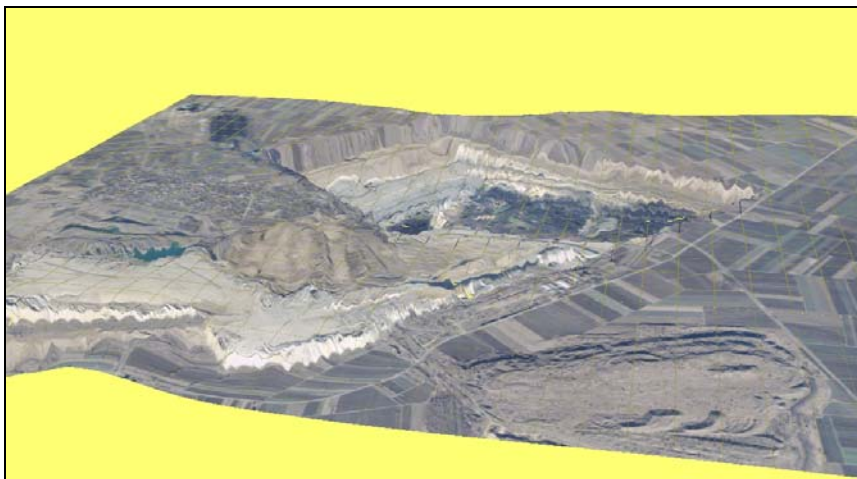
Прилог 29. Спољашње одлагалиште (изнад 80,34 m)

Површина: 2002550,00 (2Д)  
2033274,09 (3Д)  
Запремина: 74539556,44

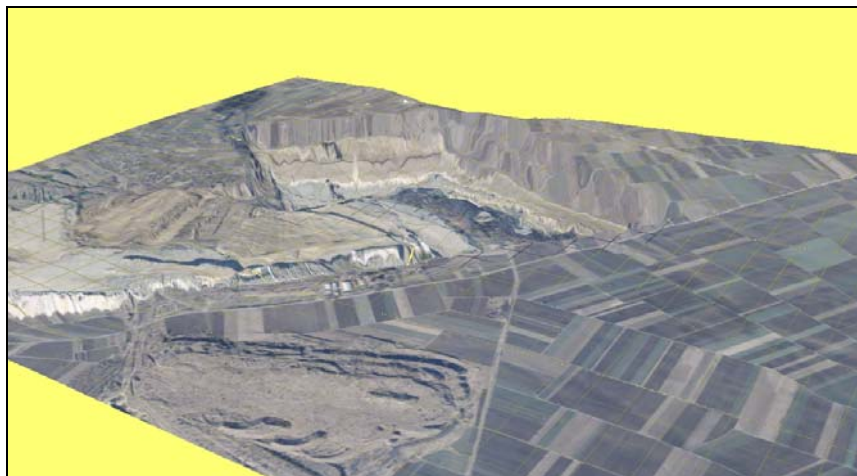


Прилог 30, 31 и 32. Промена експозиције на копу и одлагалиштима

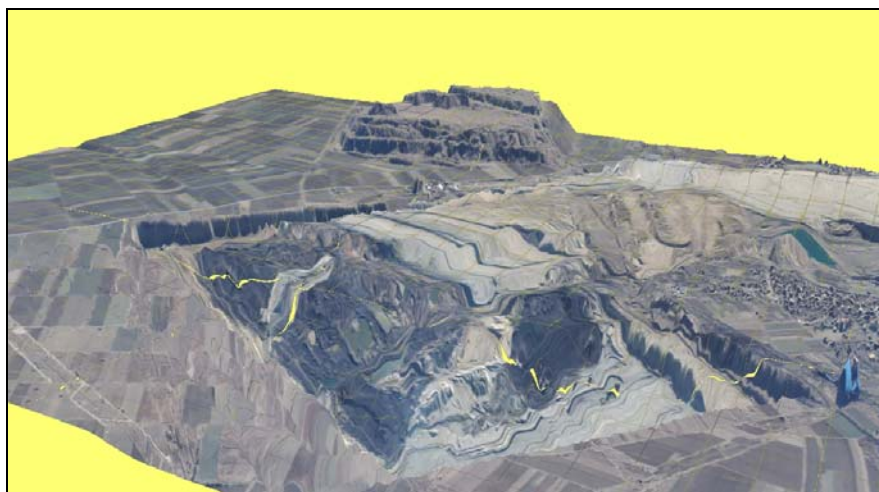
2007.



2008.

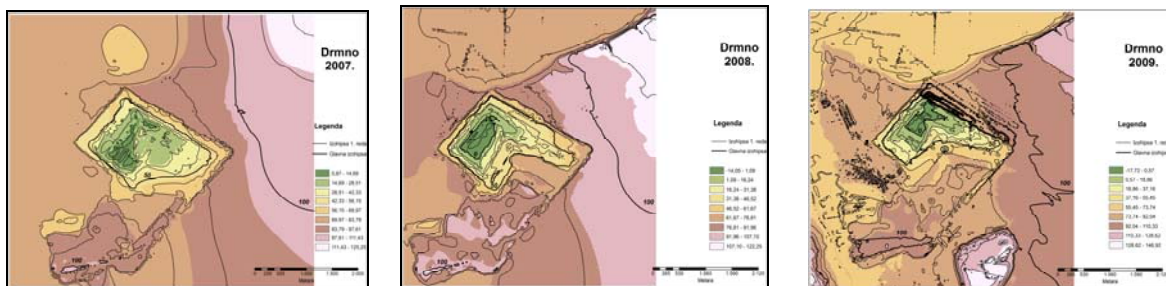


2009.



*Прилог 33, 34 и 35. Промена морфологије ПК „Дрмно“ приказана тродимензионално*

Поред ових приказа могуће је и једноставно текстуално претраживање базе атрибута. Оно се може употребљавати за брзо проналажење одређених појмова.



Карте 36, 37 и 38. Хипсометријске промена на ПК „Дрмно“ (2007-2009)

Задавање сложених упита даје низ могућности за издвајање групе података према одређеном критеријуму. На овај начин испитује се корелација разних показатеља. При задавању упита могу се користити просторни односи тражених објеката: одређена удаљеност, дубина, пресецање, итд. Пример за ову врсту претраге могао би бити налажење локација са већим или мањим нагибом терена.



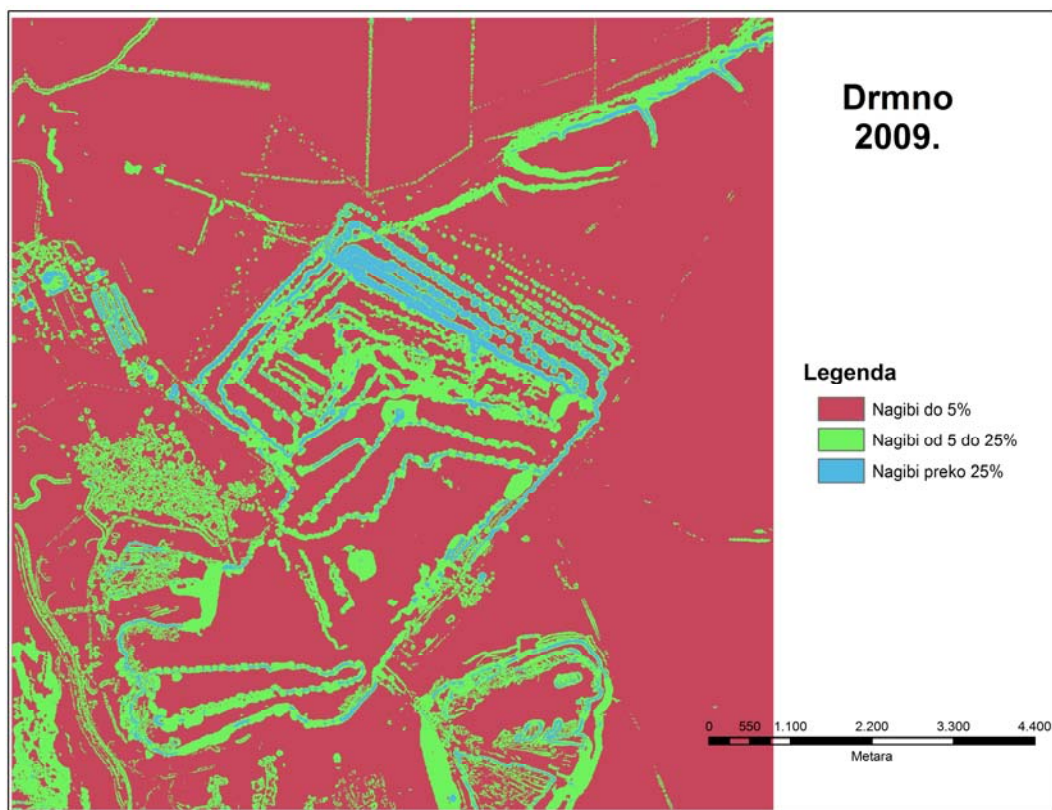
Прилог 39. Спољашње фосилно, делимично рекултивисано одлагалиште (изнад 80,34 m)

Површина: 2002550,00 (2Д)

2033274,09 (3Д)

Запремина: 74539556,44





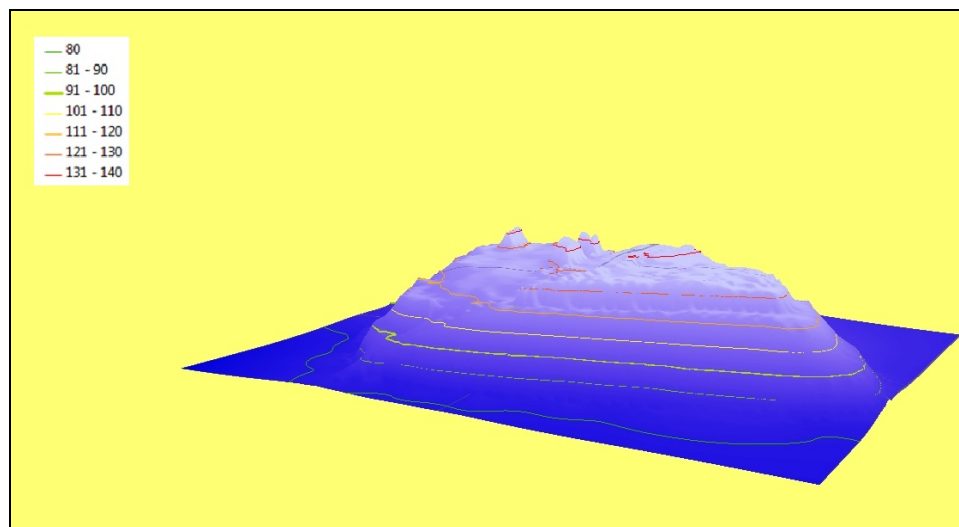
*Прилог 40. Нагиби ПК „Дрмно“, спољашњег и унутрашњег одлагалишта*

Нагиб до 5% : 27315999 (79,04 % територије)

Нагиби 5-25%: 6153136 (17,81 % територије)

Нагиби преко 25%: 1089316 (3,15 % територије)

Калкулација површине, запремине, количине материјала може се веома успешно примењивати у процени економске оправданости експлоатације. Поређењем два ситуациона стања може се израчунати добитак односно губитак експлоатисаног материјала.



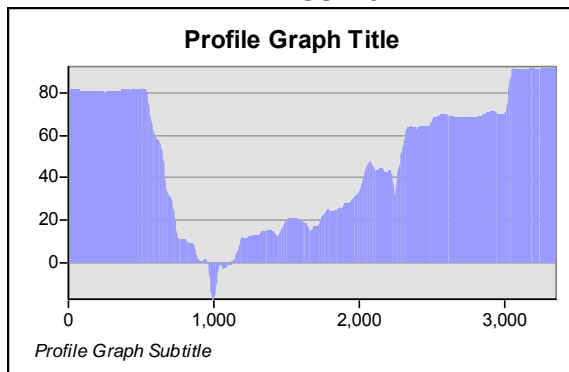
*Прилог 41. Модел спољашњег одлагалишта са изохипсама*

### **Примена ГИС модела**

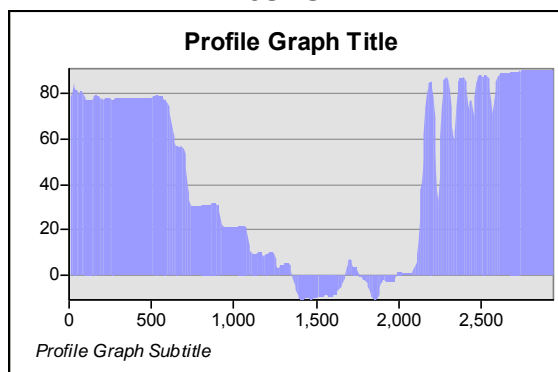
ГИС модел површине може користити за следеће сврхе:

1. праћење рељефних промена, праћење интензитета процеса експлоатације уз употребу класичних геодезијских средстава или помоћу ГПС мерења,
2. брз прорачун запремине и површине (планиметријске и стварне) на одабраном простору,
3. графичко представљање профила рељефа на одабраном подручју,
4. као база података за унос резултата нових истраживања (геолошких, геотехничких),
5. одређивање експозиције и услова рекултивације,
6. одређивање нагиба земљишта и услова рекултивације,
7. реконструкцију иницијалног рељефа пре експлоатације,
8. израда хипсометријских карата ПК и одлагалишта,
9. планирање рекултивације...

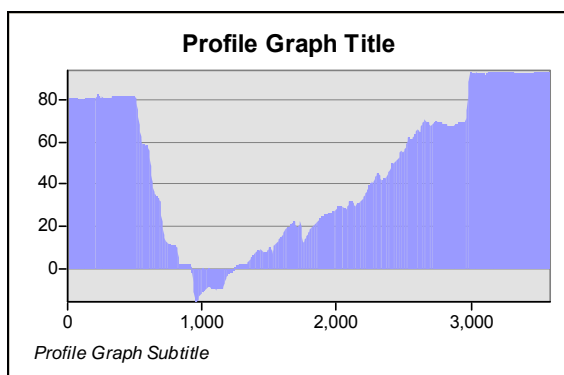
**2007.  
СЗ – ЈИ**



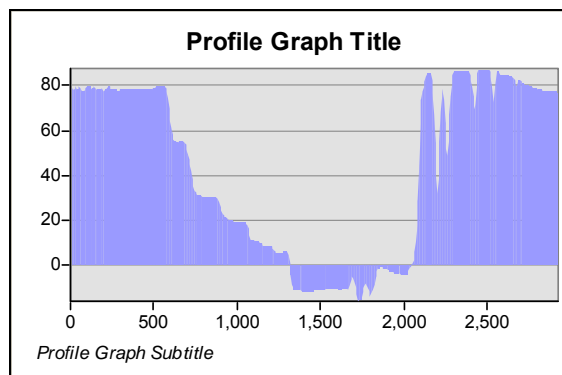
**2007.  
ЈЗ -СИ**



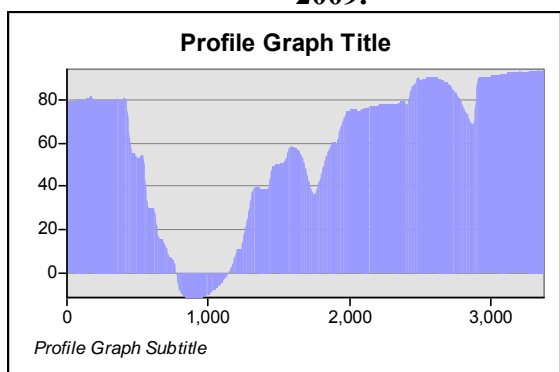
**2008.**



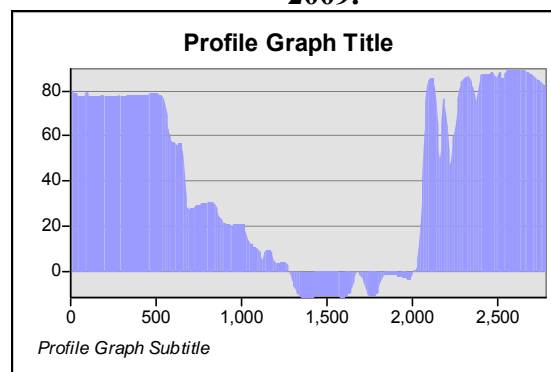
**2008.**



**2009.**



**2009.**



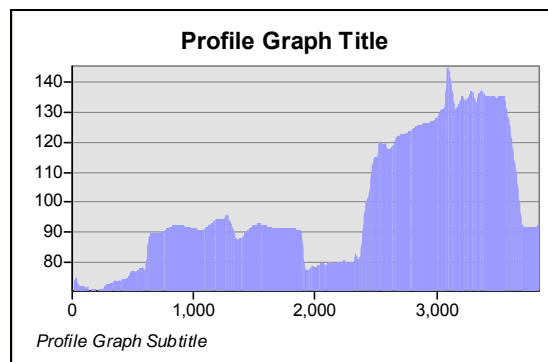
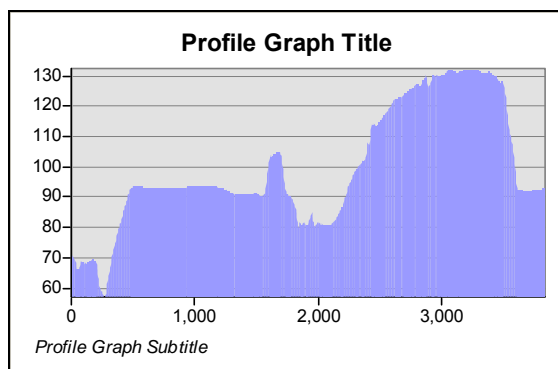
*Прилог 42, 43 и 44. Промене басена експлоатационог поља ПК „Дрмно“  
из правца СЗ-ЈИ и ЈЗ-СИ (2007-2009)*



2007.

2008.

СЗ – ЈИ



*Прилог 45 и 46. Промена топографије унутрашњег и спољашњег одлагалишта*

## ПОЈМОВИ И СКРАЋЕНИЦЕ

### Дигитални елевациони модел (DIGITAL ELEVATION MODEL - DEM)

Дигитални елевациони модел представља правилну мрежу у којем свака ћелија (пиксел) носи запис о надморској висини терена. Резолуцију модела одређује величина ћелије која се изражава у метрима или километрима. Ћелија представља одређено подручје (нпр. 100x100 м) чија се нумеричка вредност одређује на основу надморске висине њеног средишта.

### Дигитализација

Дигитализација је процес претварања информација са аналогне географске карте у дигитални формат, у виду x,y координата које се складиште на рачунарске медије. Дакле, то је процес кодирања географских објеката. Можемо рећи и да је то претварање растерског у векторски формат.

**ЕСРИ (Environmental Systems Research Institute)**

Институт за истраживање система животне средине – произвођач најпознатијег ГИС софтверског пакета АркГИС (ArcGIS). Основа је 1969. године у калифорнијском граду Редландсу, где се и данас налази.

**Геореференцирање**

Успостављање везе између координата на планарној карти са познатим стварним просторним координатама.

**ГПС (глобал поситионинг систем )**

Глобални позициони систем, систем сателита и пријемних уређаја коришћених за прорачун положаја на Земљи. ГПС се користи у навигацији и геодезији.

**Модел**

1. Резултат процеса концептуалног дизајна. Генерализовани, кориснички дефинисани приказ података везаних за апликацију,
2. Формални метод описивања понашања природних ентитета. Потпуно развијеним моделом се дефинишу класе ентитета, односи међу њима, и могуће операције које се на њима могу спровести.

## Промене климатских елемената

На промену микроклиме утичу гасови који настају услед потпуне ( $\text{CO}_2$ ) или непотпуне ( $\text{CO}$ ) оксидације, откривеног угља или угља на депонијама, односно угља помешаног са јаловином на одлагалиштима откривке и у самим површинским коповима. Такође утиче и прашина која се нарочито при сувом и ветровитом времену диже са копова и одлагалишта. Ипак, знатно је већи негативни утицај термоелектрана, које када раде пуном снагом (1007 MW), годишње «произведу» значајне количине нуспродуката – пепела, шљаке,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  и  $\text{CO}_2$  као и неискоришћена топлоте.

Табела 21. Годишња количина емитованих нуспродуката из костолачких термоелектрана

Укупна количина пепела и шљаке		Емисија пепела у атмосфери
<b>1.973.000 t</b>		<b>37.600 t</b>
Емисија $\text{SO}_2$ у атмосфери	Емисија $\text{NO}_x$ у атмосфери	Емисија $\text{CO}_2$ у атмосфери
<b>232.800 t</b>	<b>17.580 t</b>	<b>6.380 t</b>

(Милетић и др. 1992)

При раду костолачких термоелектрана укупне снаге 1007 MW пуним капацитетом, после сагоревања угља годишње остаје у виду нуспроизвода укупно 1.973.000 t пепела и шљаке, док се у атмосферу емитује 37.600 t (Милетић и сар, 1992).

Када би се током године отпадни електрофилтерски пепео из термоелектрана равномерно распоредио на површину територије општине Пожаревац (491  $\text{km}^2$ ) чинио би слој 8 mm. Избор локације по правцу дувања ветра и висине димњака (250 m) донекле умањују негативан утицај пепела.

Бука такође има знатан утицај на становништво које ради и живи у близини рудника и термоелектрана, јер се радови обављају машинама велике снаге. Сменски рад ремети биоритам запослених, што се опет манифестује повећањем броја боловања.

Милановић и Гундељ (1992) указују на знатне штетне ефекте који се јављају за само један час

Табела 22 .Емисија штетних супстанци из  
костоалчких термоелектрана за један час

6,3 t/h чврстих честица	38,8 t/h сумпордиоксида
2,9 t/h азотних оксида	1,1 t/h угљенмооксида

(Милановић и Гундељ, 1992)

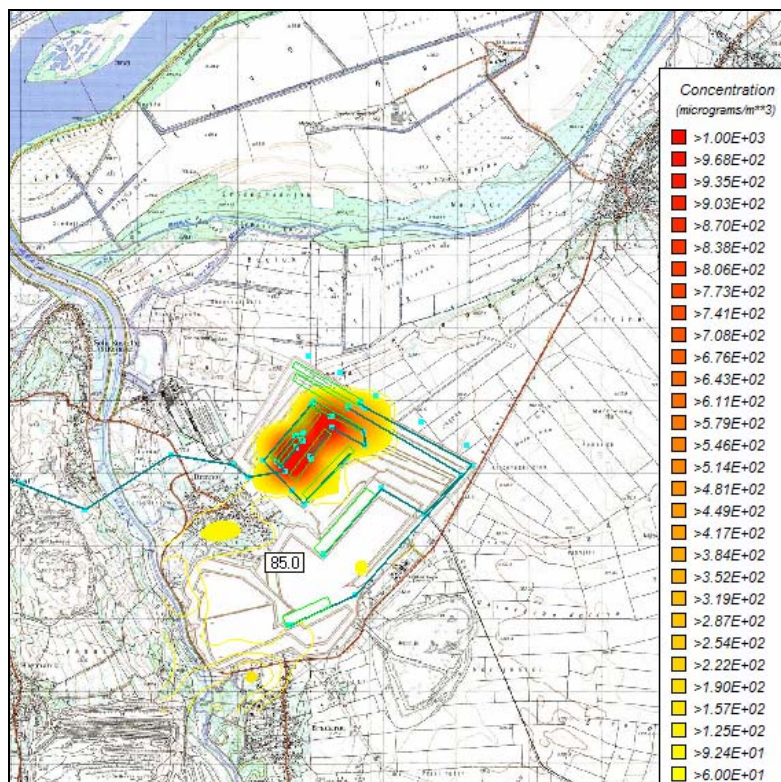
Костолачке термоелектране за само један час рада пуним капацитетом потроше око 970 t/h кисеоника, док се из димњака избаци 6,3 t/h чврстих честица, 2,9 t/h азотних оксида, 38,8 t/h сумпордиоксида и 1,1 t/h угљенмооксида

Експлоатација лигнита на површинском копу „Дрмно“ и рад Костолачких термоелектрана могу се посматрати као загађивачи радног амбијента запослених на експлоатацији лигнита и у термоелектранама, и као загађивачи животне средине становништва Костолца и околних села.

Главни загађивачи радног простора су: прашина, гасови и бука.

Значајну потенцијалну опасност за ваздух у животној средини представљају суспендоване честице (минерална прашина) чије вредности имисија у одређеним природним условима, могу бити изнад граничних вредности прописаних за настањена подручја.

Емисија и дистрибуција лебдеће фракције прашине је у великој зависности од природних услова, односно климатских и метеоролошких фактора на које се не може утицати. Сасвим је извесно да ће у одређеним условима ситне фракције бити ношене на веће удаљености. У тим околностима неопходна је примена техничких решења за спречавање подизања ситних фракција, односно смањење укупне емисије прашине у овом рударском комплексу.

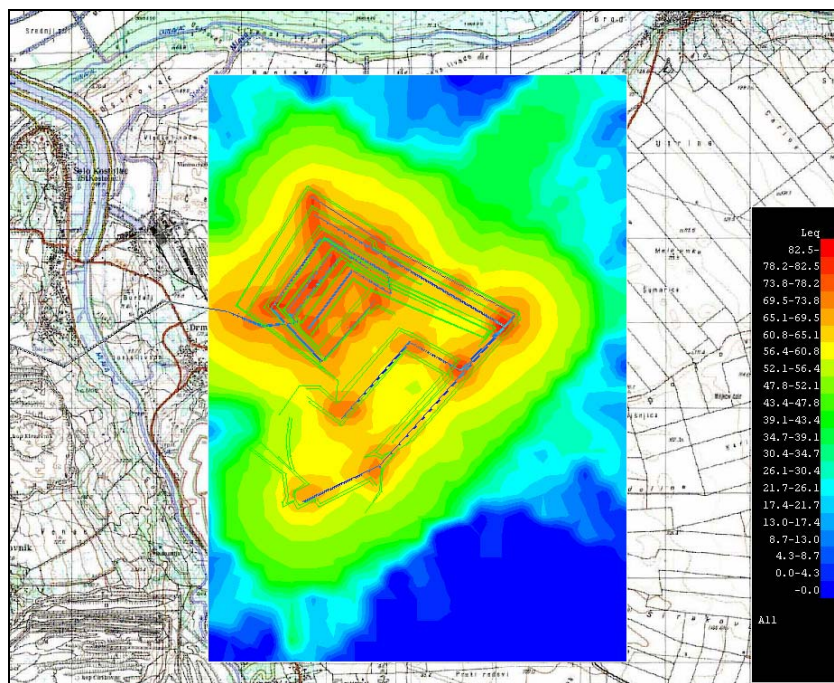


Прилог 47. Расподела концентрација суспендованих честица ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) на површинском копу и у околини у условима дувања североисточног ветра

На основу детаљних мерења и анализе дистрибуција суспендованих честица пореклом из технолошког процеса истраживања и експлоатације лигнита на површинском копу „Дрмно“ (Слика 56), процењено је да у зони најближих рецептора (стамбени објекти насеља Дрмно и Брадарац) имисије суспендованих честица не прелазе прописане границе од  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Велики загађивачи на пољу експлоатације су мотори са унутрашњим сагоревањем који избацују: угљенмоноксид, угљендиоксид, азотни оксиди, сумпордиоксид, чађ и др. Садржај штетних компоненти у издувним гасовима зависи од режима рада, оптерећења и снаге мотора. Највећа загађеност која потиче од издувних гасова је у зони непосредно око извора штетности, односно унутар откопаног простора (у радној околини).

Бука која потиче од рударских активности на површинском копу, највећа је у експлоатационом пољу, на источној страни села Дрмно ниво буке је на граници дозвољених вредности за IV зону, али их не прелази, док је у зони до 1000 m у дозвољеним границама.



Прилог 48. Процена нивоа буке око површинског копа „Дрмно“

## Утицај експлоатације угља у Костолачком басену на режим и квалитет подземних и површинских вода

### Одлагалишта пепела као загађивачи подземних вода

Унутрашња депонија пепела имају одређен, неповољан утицај на режим подземних вода околног подручја, како са гледишта биланса, тако и са гледишта њиховог загађивања.

Већ после првих неколико метара инфилтрације загађивача из пепела кроз песковите средине утврђено је смањење концентрације, чак и до дозвољене концентрације. Други загађивачи остају неутрални или чак повећавају своју концентрацију по путу и времену.

Миграција у овом случају подразумева законитости премештања честица загађујућих материја у порама хидрогеолошке средине, при чему се узимају у обзир физичке, хемијске, биохемијске, бактериолошке, радиоактивне и друге измене вода и

њених компонената током филтрације, проистекле услед процеса узајамног дејства између течне и чврсте фазе, праћених одређеним феноменима.

**Утицај отпадних вода из термоелектрана Костолац „А“ и „Б“ и пепелиште на квалитет површинских вода.**

Каналима који су повезани са Дунавом вода долази гравитационо до косточачких термоелектрана „А“ и „Б“, одакле се одговарајућим пумпама транспортује до система за расхлађивање енергетских блокова.

Након сагоревања угља, пепео и шљака се транспортују заједно са отпадном водом, која се са пепелишта одводи, као преливна и дренажна. Из забарених простора преливна отпадна вода се одводи у Дунав, а дренажна вода се процеђује кроз одложени и сталожени пепео и шљаку дренажним колекторима и отпадним каналима у Млаву.



*Слика 51. Одводни канал расхладне воде ТЕКО „А“ у Млаву  
(Фото: М. Степановић, 2011)*

Осматрање квалитета отпадних вода ТЕКО „А“ и „Б“ врши се у режиму 4 пута годишње, више година уназад.

Према вишегодишњим мерењима квалитета воде Дунава на профилу пре уласка у зону утицаја косточачког енергетског комплекса и на профилу иза утицаја истог, утврђено је да нема значајнијих промена у квалитету вода Дунава, као главног



реципиента површинских отпадних вода и контаминираних подземних вода од одлагалишта пепела и шљаке.

*Вода Дунава* узводно од улива отпадних вода је сивкасте, сиве или сивозелене боје без видљивих отпадних материја, док је вредност рН 6,98-8,48. Низводно од улива канала повратне расхладне воде, односно узводно до улива вода са депоније пепела, вода је сивкаста до сива-сивозелена без присуства видљивих отпадних материја алкално неутрална са рН 7,39-8,40. Према свим испитаним параметрима на оба локалитета, воде Дунав на овом сектору одговарају карактеристикама водотока II категорије.

*Вода Млаве* узводно од улива вода са ПК „Дрмно“, је сивкасте или сиво зелене боје уз повремено присутне видљиве отпадне материје алкално неутралне рН вредности 7,63-8,51, док је низводно од улива вода Млаве сивкаста до сивозелена, без присуства видљивих отпадних материја алкално неутрална вредности рН 7,73-8,39. У оба случаја, воде Млаве одговарају карактеристикама водотока II категорије.

Вода из канала повратне воде ТЕКО „В“ је сивкасте, сиве или сивозелене боје без присуства видљивих отпадних материја, алкално неутралне рН 7,34-8,36.

Воде Дунава *низводно од улива Млаве*, односно низводно од ТЕКО „Б“, су сивкасте или сиве до сивозелене, без присуства видљивих отпадних материја, алкално неутралне рН 7,7-8,4. Према свим испитаним узорцима утврђено је да воде Дунава одговарају карактеристикама II категорије. Такође, није констатована промена температура воде након улива отпадних вода. Једина забележена промена, која се може довести у везу са утицајем отпадних вода, је пораст укупне минерализације ових вода у погледу садржаја калцијума и сулфата.

На основу резултата испитивања физичко-хемијских и микробиолошких карактеристика отпадних вода ТЕКО „А“ и „В“, подземних вода у зони утицаја пепелишта, Млаве и Дунава, као коначни реципиенти отпадних вода, могу се извући следећи закључци:

1. Температура расхладних вода на излазу из ТЕКО „А“ креће се у интервалу од 8 до 25°C. Просечно повећање температуре од 2,3 °C у односу на улазну воду. Проласком кроз канал расхладне воде и мешањем са градском канализацијом, ова се температура не мења значајније. После улива у Дунав не уочава се битнија промена температуре његове воде.

2. Расхладне воде ТЕКО „В“ имају температуру која се креће од 4,0 до 26,4 °C. Након улива воде у Млаву потврђена је промена температуре њене воде за просечно 1,0 °C, а након улива њених вода у Дунав, констатовано је да нема промене температуре дунавске воде. Такође, утврђено је да нема значајнијих утицаја расхладних отпадних вода ТЕКО „В“ на квалитет вода Дунава.

3. Отпадне воде које се користе за мокри транспорт пепела и шљаке, у Дунав и Млаву се испуштају као преливне и дренажне, које показују знаке већег оптерећења, осим повећаног садржаја сулфата и калцијума које због занемарљивих количина не утичу битно на промену квалитета вода Дунава, осим у десном приобаљу.

4. Према резултатима испитивања утврђено је да отпадне воде ТЕКО „А“ и „В“ не представљају значајан извор загађења воде Дунава, као коначног реципиента.

5. Подземне воде акумулиране у алувиону Дунава, у зони пепелишта, показују знатно оптерећење суспендованим материјама, минералним солима, мастима и уљем као  $\alpha$  и  $\beta$  радиоактивностима (Милојковић, Јб. и сар.2002).

### **Хемизам подземних и површинских вода**

**Хемизам подземних вода.** Анализом узорака воде узетих из дренажних бунара бараже LB-II, LB-III и LC-4, током 1992. и 1997. године, добијени су следећи резултати хидрохемијских карактеристика изданских вода:

Подземна вода је благо алкалног карактера (просечна Ph вредност 7,72), умерено минерализованој, (суви остатак око 400 mg/l), тврдоће која је скоро потпуно карбонатног типа (око 18°dH). Садржај сулфата је до 70 mg/l (просечно око 40 mg/l), садржај калцијума до 110 mg/l, (просечно око 80 mg/l Ca), магнезијума до 50 mg/l (просечно око 25 mg/l Mg) док је просечан садржај гвожђа око 0.2 mg/l. Података за манган нема. Арсен, жива, хром и кадмијум су премерени у концентрацијама  $< 1 \mu\text{g/l}$ . Олово је са просечном концентрацијом од 15  $\mu\text{g/l}$ , садржај бакра износи просечно 130  $\mu\text{g/l}$  и цинка 230  $\mu\text{g/l}$ .

**Хемизам површинских вода.** Од површинских токова на ширем подручју Костолачког угљеног басена издвајају се реке Дунав и Млава. Према уредби о категоризацији водотока, (Сл. гласник СРС 5/68) река Дунав је целим током кроз нашу

земљу разврстана у другу категорију. Река Млава је према истој Уредби разврстана у IIa категорију на потезу од Жагубице до ушћа у реку Дунав. По бактериолошком оптерећењу, Дунав је практично ван класе, а по хемијским показатељима прелази у III класу. Река Млава углавном задовољава критеријуме III категорије водотока и по биолошким и по хемијским критеријумима.

Река Дунав на профилу Средњег косточачког острва не задовољава прописане критеријуме по параметрима утрошка калијум перманганата, биохемијске потрошње кисеоника и фосфата, што говори о органском загађењу. Од испитиваних тешких метала, није констатовано присуство олова, кадмијума, хрома и никла, док су регистроване концентрације арсена, живе, бакра и цинка у дозвољеним границама.

Река Млава не задовољава прописане критеријуме по следећим параметрима: pH вредност, утрошак калијум перманганата, биохемијске потрошње кисеоника, фосфата и суспендованих материја. Од тешких метала није констатовано присуство олова, кадмијума и никла, док су измерене концентрације живе, арсена, хрома, бакра и цинка у прописаним границама.

### **Заштита површинског копа од подземних и површинских вода**

Сви планирани објекти заштите копа од површинских вода сукцесивно ће се померати пратећи развој рударских радова. Као реципијент површинских вода са површинског копа "Дрмно" у предстојећем периоду експлоатације предвиђа се поред реке Млаве и река Дунав. Што се тиче заштите површинског копа „Дрмно“ од прилива подземних вода у предстојећем периоду, предвиђа се примена комбиноване методе одводњавања: дренажним бунарима и водонепропусном дијафрагмом, решење које је и у досадашњој пракси дало добро резултате.

За заштиту површинског копа „Дрмно“ од површинских вода које падну ван радног подручја није предвиђена заштита, јер испред фронта радова постоји израђен систем канала за заштиту од поплавног таласа. Такође, испред фронта радова налази се и корито Дунавца које поред подземних прикупља и атмосферске падавине. Како је пресецање Дунавца екраном предвиђено током 2010. године, то је потребно што пре отпочети са изградом новог корита Дунавца са црпном станицом. Ново корито Дунавца мора бити прекривено непропустивом фолијом, а преграђивање старог корита

извршиће се глиненним чепом. И са преусмеравањем тока Дунавца, још неколико година, старо корито јбиће у функцији система заштите од поплавног таласа Дунава.

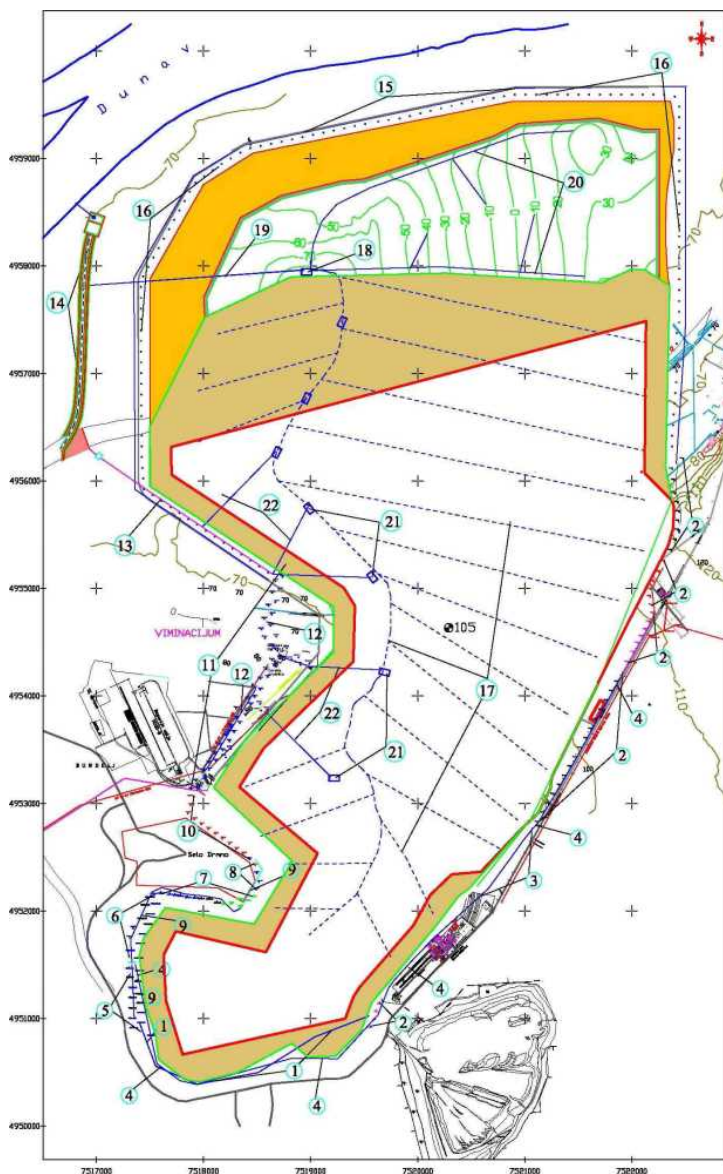
За спречавање формирања издани у телу одлагалишта и дренарање вода које доспеју у тело одлагалишта било од дотицаја подземних вода из подинских песковитих наслага, било инфилтрацијом од падавина, поред заштите дренажним бунарима, којима се спречава прилив подземних вода са западне и источне стране површинског копа, неопходно је спровести додатне мере заштите и изградити континуалну мрежу дренажних канала у подлози унутрашњег одлагалишта.

Пројектована је израда 9 дренажних канала са местом улива у главни одводни канал, чија је израда предвиђена у подножју западне косине. Главни одводни канал ће се сукцесивно продужавати у смеру севера у зависности од динамике напредовања одлагалишних етажа. Главним одводним каналом дренарана вода из тела унутрашњег одлагалишта одводи се до водосабирника. Размак између канала износи 500 m. Са израдом дренажних канала се отпочиње у 2006. години. На карти 34 је приказан положај дренажних канала и контуре одлагалишног простора на крају 2040. године (Технички пројекат заштите ПК „Дрмно“..., 2008).

У циљу заштите приобаља Дунава од повишених подземних вода, услед рада хидроенергетског система „Ђердап“ изграђени су одговарајући објекти за елиминисање утицаја измењеног режима на приобалну зону. У току 1972. - 1982. године су извршени обимни радови на изради дренажног система, у оквиру алувијалне равни Дунава, све до косе Клепечка, којим се штити подручје површине 3.690 ha (заједно са Рамско - Кличевачким ритом) од високих нивоа подземних вода. На изграђеној каналској мрежи, која је повезана са рукавцем Дунава, преко пумпних станица „Речица 1“ и „Речица 2“ (инсталисани капацитети  $2 \times 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) и црпне станице „Завојска“ (инсталисано  $2 \times 2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ), ниво воде у каналима се одржава од коте 66,3 m („Речица“) до кота 65,1 – 65,5 m (црпна станица „Завојска“).

Предвиђено је да црпна станица „Речица“ дренаира Рамско-Кличевачки рит и део подручја уз десну обалу Млаве, док се Доње косточачко острво одводњава преко отворене каналске мреже која гравитира црпној станици „Завојска“. Обзиром да је радни ниво у црпној станици Завојска за 1 m виши од црпне станице „Речица“, спојним каналом 6 ови системи су повезани и у раду је претежно црпна станица „Завојска“.

Црпна станица „Речица“ ради само у изузетно неповољним хидролошким условима (Игрутиновић, 2002).



Прилог 49. Систем заштите копа „Дрмно“ од вода (крај експлоатације)  
(Инвестициони пројекат...2006)

**Легенда:** 1. Постојећи водонепропусни екран; 2. пројектовани бунари, 3. постојећи бунари ; 4. пројектовани одводни гравитациони цевовод; 5. пројектована баража бунара; 6. пројектована баража бунара; 7. пројектована баража бунара; 8. пројектована баража бунара; 9. пројектовани одводни цевовод у Млаву; 10. пројектована баража бунара; 11. постојећи бунари бараже; 12. одводни гравитациони цевовод; 13. измењени гравитациони цевовод; 14. ново корито Дунавца; 15. водонепропусни екран; 16. бунари између екрана и завршне косине копа; 17. - дренажни канали; 18. главни водосабирник и пумпна станица; 19. потисни цевовод; 20. етажни канали; 21. дренажни водосабирници са бунарима; 22. потисни цевоводи из дренажних бунара.

Развојем површинског копа, рударски радови ће озбиљно нарушити постојећи систем заштите приобаља од успора подземних вода на сектору Доњег Костолачког острва. Да би се одржала функционалност система, потребно је извршити преоријентацију постојеће дренажне мреже и изградити нове објекте, који ће бити усаглашени са рударским радовима. Кроз посебну пројектну документацију треба дефинисати нову мрежу канала и локације за евентуалну изградњу нове пумпне станице којом би се испумпавала вода прикупљена из дренажног система канала.

У циљу несметаног одвијања рударских радова на експлоатацији угља и јаловине једно од техничких решења за регулисање дренажних мера је и израда новог корита Дунавца. Траса новог корита Дунавца би ишла паралелно западној граници пројектоване фигуре површинског копа, на удаљењу 300 m од завршне западне косине копа.

До краја 2022. године, рударским радовима се долази до Дунавца и део речног корита, западно и источно од пројектоване контуре копа, пре пресецања корита рударским радовима, мора се изоловати уградњом глиненог чепа.

Предложена концепција одводњавања ПК „Дрмно“ представља углавном наставак до сада примењиване праксе одводњавања. Новине представљају: хоризонталне бушотине, нови водонепропусни екран у северном делу Копа, као и ново корито Дунавца.

### **Промене у биљном и животињском свету**

Истраживања ове врсте вршена су за утврђивање нултог стања загађивања земљишта и атмосфере термоелектране „Дрмно“. Узети су узорци у кругу од 10 km са дубине од 30 cm. Анализе су показале да је садржај тешких метала: никла, кадмијума, цинка и олова у земљишту и листовима биљака 2 до четири пута више од МДК. Кадмијума има у зрну пшенице и кукуруза 2 – 3,5 пута више од МДК, а у луцерки и купусу 11–25 пута више, од МДК. Овако велики садржај тешких метала објаснили су претераном употребом пестицида у пољопривреди и утицајем издувних гасова тешких возила која су учествовала у изградњи термоелектране.

Истаживања животињског света показала су карактеристичан пораст популације гугутки (које могу да преживе у изузетно загађеној атмосфери) и лагано смањење популације осталих животињских врста, карактеристично присутних на здравом земљишту (.

У оквиру студије *"Утицај загађивача ПО ТЕ "Дрмно" на земљишта и биљке"* 1987–1988. године, вршена су истраживања за утврђивање нултог стања пре загађивања земљишта и атмосфере будућом термоелектраном "Дрмно". Узети су узорци у кругу од 10 km са дубине од 30 cm. Анализе су показале да је садржај тешких метала: никла, кадмијума, цинка и олова у земљишту и листовима биљака 2 до четири пута више од МДК. Кадмијум је нађен у зрну пшенице и кукуруза 2 – 3,5 пута више од МДК, а у луцерки и купусу 11–25 пута више, од МДК. Овако високи садржај тешких метала обрађивачи студије објаснили су претераном употребом пестицида у пољопривреди и утицајем издувних гасова друмских и других возила, укључујући и возила која су учествовала у изградњи термоелектране.

Истаживања животињског света показала су карактеристичан пораст популације гугутки (које могу да преживе у изузетно загађеној атмосфери) и лагано смањење популације осталих животињских врста, карактеристично присутних на здравом земљишту.

### **Утицај експлоатације угља на животну средину**

Промене у животној средини у региону Костолца биле су у прошлом веку обимне, а њихове последице дуготрајне. Најдубље и најдалекосежније последице су настале површинском експлоатацијом угља и изградњом термоелектрана. Резерве угља које су увек ограничене, троше се несмањеним интензитетом, а последице овакве делатности се не отклањају или је њихово отклањање веома споро. То има за последицу потпуно измењен изглед, намену и квалитет животне средине у којој данас становници ове територије живе.

На бази анализа фактора загађења предвиђене су мере за спречавањем или умањење штетних утицаја и за побољшање животне средине. Ефикасним и комплексним искоришћењем минералне сировине у процесу експлоатације, припреме и



прераде са минималном количином јаловине заштитиле би се велике површине плодног земљишта. Усавршавањем технологије отклањања, мале откопне површине са брзим враћањем земљишта у првобитно стање, убрзао би се процес рекултивације и припреме земљишта за могућу пољопривредну производњу.

Умереним и пажљивим трошењем ресурса на овом подручју, на првом месту угља, уз правовремено деловање на отклањању последица таквих дела (рекултивација), може се поново вратити право лице животној средини у њеном изворном облику за будуће генерације.

Према Милетићу и др. (1992), и поред тога што ангажују велике површине пољопривредног земљишта, површински копови угља и термоелектране обезбеђују брзи друштвено–економски развој околног подручја, запошљавање и подизање опште-културног и образовног нивоа, раније, претежно пољопривредног становништва, као и пораст животног стандарда. Радом површинских копа стварају се у извесном смислу и неки повољнији услови за развој. После завршене експлоатације и планирања неравних и косих површина, савременим агропедолошким третирањем део земљишта приводи се првобитној намени. У заветрини изузетно успева винова лоза и лековито биље. На бившим пепелиштима успева крмно биље, односно формирају се површине за модерну пољопривреду и производњу сировина за фармацеутску индустрију.

Досадашњи радови на рекултивацији одлагалишта и пепелишта започети 1972. године, дали су позитивне резултате, али су још увек највеће површине некултивисане. У сарадњи са научним институцијама урађени су бројни огледи са травама, ратарским, воћарским и шумским културама, на јаловиштима и пепелиштима.

Поред евидентних успеха досадашњих радова на заштити и рекултивацији може се још доста урадити на реконструкцији постројења у циљу смањења штетних емисија, као продукта сагоревања, наводњавању земљишта на ширим површинама и бржем припремању искоришћених површина за рекултивацију и пољопривредну производњу, као и на мењању стечених навика у односу према животној околини (Милутиновић и др, 1992).

Наведене чињенице, ипак, не треба узети као законитост за сва насеља у окружењу и њихове житеље. Јер, село Дрмно је данас са југа, истока и североистока опкољено површинским копом, а на северозападу је термоелектрана. Неколико

километара даље на северу је депонија пепела и шљаке из термоелектрана, а на западу ПК „Ћириковац“. Сви бунари у селу су пресушили. Главичасто поврће се не гаји јер се у фази формирања рода толико загади по здравље опасним честицама пепела из термоелектрана да није за употребу. Идеја о потпуној рекултивацији одлагалишта и пепелишта може имати позитиван ефекат ако се отклоне сви извори загађивања животне средине, која је много више угрожена на овим локацијама ближим изворима загађења, него што су Дрмно или Брадарац!

Мере за побољшавање животне средине захтевају знатна финансијска улагања, како у фази истраживања, ради сагледавања праве слике о загађености и утицаја свих фактора, тако и за остварење програма заштите околине.

## ЗАКЉУЧАК

Технолошки развој цивилизације у целини довео је до интензивирања свих врста експлоатације минералних сировина. Негативне последице које се у том процесу јављају, међутим, могу се само делимично отклонити, а многе остају као трајни поремећај у географији простора и животној средини локалног и становништва у окружењу.

Природним процесима и појавама неминовно се мења кроз време морфолошки изглед једног простора.

Релјефне промене су резултат деловања ендегених и егзогених сила. На прве се не може утицати јер потичу из Земљине унутрашњости, док се друге могу у многим елементима поспешивати или интензивирати човековим активностима.

У Стигу, области у доњем сливу Млаве познатој по плодном земљишту, дугој и богатој историји разних цивилизација, још од бронзаног и гвозденог доба човек је утицао на промену животног простора. Први становници Стига вршили су негативне акције у животној средини које су се огледале у крчењу шума и спаљивању степа ради претварања у плодно земљиште за пољопривредну производњу, изградњу канала за одводњавање, изградња путева, подизање насеља, развијање занатске производње засноване на сировинама као што је дрвеће, трска или глина. Највеће промене догодиле су се изградњом Виминацијума, средишта римске колоније у трећем веку нове ере. Овај град недалеко од Дунава, имао је развијену обраду метала, керамике и цигле. Вероватно из тог времена датирају корени рударства у овом делу Источне Србије.

Нагле промене морфологије Стига почеле су у другој половини XX века, када се интензивира површинска експлоатација лигнита у Костолачном угљоносном басену и подижу термоелектране. На тај начин на једној страни експлоатациона поља постају огромне депресије дубоке стотинак метара, док се на другој страни формирају одлагалишта откривке и јаловине висине и преко 60 m.

Највеће промене у релјефу одвијају се у зони површинског копа „Дрмно“. Даљи рударски радови у зависности су од наметнутих потреба друштвене заједнице за

електричном енергијом. С обзиром да су потребе све веће, очекиване промене у рељефу до краја предвиђене експлоатације 2041. године, биће још брже и све мање поправљиве.

Поред морфоскулптурних промена, експлоатација угља изазвала је и климатске, хидрографске, педолошке и биогеографске промене.

Укупне географске промене у зони експлоатације угља у костолачком басену рефлектовале су се у виду негативних последица у многим сферама животне средине: загађеност ваздуха отровним гасовима костолачких термоелектрана, режим подземних и хемизам површинских вода, уништавање продуктивних ораничних површина, промена ареала бидиверзитета.

Ограничене резерве угља троше се несмањеним интензитетом, а последице овакве делатности се веома споро отклањају. Умереним и пажљивим трошењем ресурса на овом подручју (угља, воде, ваздуха, биљака и животиња), уз правовремено деловање на отклањању последица таквих делатности (ревитализација, рекултивација, рециклажа и филтрирање), може се поново вратити право лице животној средини у њеном изворном облику.

Занемаривањем и непоштовањем еколошких принципа и законитости, непоштовање закона и прописа којима се штитити природа, па чак и озакоњење недопустивог стихијског искоришћавања природних ресурса, води непоправљивим штетама у животној средини.

Мере за побољшавање животне средине захтевају знатна финансијска улагања, како у фази истраживања, ради сагледавања праве слике о загађености и утицаја свих фактора, тако и за остварење програма заштите околине.

Објективна потреба за досадашњом и будућом експлоатацијом лигнита у Стигу може се посматрати у извесном смислу и као повољност за укупан развој овог дела Браничевског округа.

И поред тога што мењају намену великим површинама пољопривредног земљишта, копови и електране обезбеђују брзи друштвено–економски развој околног подручја, запошљавање и подизање опште-културног и образовног нивоа, раније, претежно пољопривредног становништва, као и пораст животног стандарда.

После завршене експлоатације и планирања неравних и косих површина, савременим агропедолошким третирањем део земљишта приводи се првобитној намени.

У сарадњи са научним институцијама урађени су многобројни огледи са травама, ратарским, воћарским и шумским културама на јаловиштима и пепелиштима. Добијени резултати показују да се успешно могу рекултивисати оба супстрата. У заветрини изузетно успева винова лоза и лековито биље. На бившим пепелиштима успева крмно биље, односно формирају се површине за модерну пољопривреду и производњу сировина за фармацеутску индустрију.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Александровић, Д. (1954): Прилог проучавању леса и песка у Пожаревачком Подунављу. Земљиште и биљка, год. III, 1-3.
2. Александровић, Д. (1956): Покушај класификације леса и лесоидних седимената у Подунављу и Поморављу према гранулометријском саставу и садржају калцијум-карбоната. Земљиште и биљка 5, 1-3
3. Антоновић, Г. и сар. (1975): Земљишта Браничевско-звишке области и Хомоља. Институт за проучавање земљишта, Београд.
4. Андрусов М. (1897): Ископаемые и живущие *Driesinsidae* в Евразии. Труды С. По. об. естеств. испит., Отдел. геол. и мин., том 29, в. 5. – Ст. Петербург.
5. Блечић Н., Матић В., (2003): Елаборат о резервама уља у лежишту Дрмно, стање 31. XII. 2002. РГФ – Београд и „Георад“ - Дрмно „Рудни наогалишта, геохемија, металогенија и економска геологија“, Охрид.
6. Блечић Н., Д., Ђорђевић-Милорадовић Ј., (2002): Енергетски извори и ресурси у светлу одрживог развоја, Зборник саветовања Енергетски комплекс Костолац и животна средина, Савез друштава инжењера и техничара општине Пожаревац, Костолац
7. Блечић Н. (1990): Феномен јалових зона у лежишту угља Дрмно. Збор. рад., XII конгрес на геолози на Југославија, к. III, „Рудни наогалишта, геохемија, металогенија и економска геологија“, Охрид.
8. Блечић, Х. и Поповић, Д. (2001): ПК „Дрмно“ – један концепт ЗЖС. Зорник радова 3. Југословенског савеза „Рударство и заштита животне средине“, Центар за заштиту животне средине Рударског одсека РГФ-а, Београд.
9. Брусина С. (1894): Одломци српске терцијарне малокологије – део Костолац и део Градиште. Геол. анали Балк. пол., књ. V/1, Београд.
10. Вујадиновић, С. (1936): Клима Великог Градишта, Гласник СГД, св. XXII, Београд.

11. Вукашиновић, С. (1972): Прилог геотектонској реонизацији међуграничних простора Динарида, Панонида и Српско-македонске масе. Записник Срп. геол. друштва за 1972, Београд.
12. Вукашиновић, С. (1973): О потреби усаглашавања морфоструктурне поделе Југославије са најновијим сазнањима о геотектонском склопу наше територије. Гласник СГД, LXXX, 7, Београд.
13. Геолошка карта (1979): Секција Пожаревац, Р=1:100.000. Рударско-геолошки факултет, Београд.
14. Геолошка карта (1979): Секција Бела Црква, Р=1:100.000. Рударско-геолошки факултет, Београд.
15. Грубетић, И. (2002): Сагледавање могућности нових решења за транспорт и одлагање пепела и пепела и шљаке. Саветовање Енергетски комплекс Костолац и животна средина, СДИТ Општине Пожаревац – Пожаревац, Костолац.
16. Грубић, А. и Антонијевић, И. (1962): Ново схватање о тектонском склопу источне Србије. Зборник радова Рударско-геолошког факултета, Београд.
17. Грубић, А. и Антонијевић, И. (1966): Структурне особине источне Србије. Зборник радова Рударско-геолошког факултета, св. 8 за 1961/62, Београд.
18. Грубић, А. (1972): Осврт на тектонске особине и геолошки развој планина источне Србије. Геолошки анали Балкан. полуострва, XXXVII, 2. Београд.
19. Долић, Д. (1961): Покушај стратиграфског рашчлањавања слатководних серија у источном делу млавског терцијарног басена. Весник Завода за геолошкас истраживања, Серрија А, XIX, Београд.
20. Дукић, Д. (1975): Хидрографске особине Источне Србије. Зборник радова САНУ, ГИ „Јован Цвијић“, књ. 26, Београд.
21. Ђорђевић,-Миловановић, Ј. ет ал. (1997): Рекултивација и реколонизација природне вегетације пепелишта и јаловине у Костолцу, уређење, коришћење и очување земљишта за 21. век. ЈПДЗ, Нови Сад.
22. Ђулаковић, Г. ет ал. (2002): Правци заштите човекове околине са гледишта деградације земљишта и санације пепелишта ТЕ Костолац. Саветовање Енергетски комплекс Костолац и животна средина, СДИТ Општине Пожаревац – Пожаревац, Костолац.



23. Жујовић, Ј. (1893): Геологија Србије I. Београд.
24. Жујовић Ј. (1889): Основи за геологију краљевине Србије са скицом геолошке карте /Геол. анали Балк. пол., књ. I, Београд.
25. Зеремски, М. (1961): Есхумирање фосилних флувијалних долина на Банатској и Затоњско-рамској пешчари. Зборник радова ГЗ ПМФ, св. VIII, Београд.
26. Зеремски, М. (1964): Пешчаре Србије. „Земља и људи“, бр 14, Београд.
27. Зеремски, М. (1968): Неотектонски процеси и потребе њиховог изучавања. Зборник на VIII Конгрес на географите од СФРЈ во Македонија, Скопје.
28. Зеремски, М. (1972): Периграцијална клима као посредан индикатор неотектонских процеса. Зборник IX Конгреса географа СФРЈ, Сарајево.
29. Зеремски, М. (1973): Морфоструктурна подела рељефа Југославије сагласна новој геотектонској подели. Гласник СГД, LIII, 2, Београд.
30. Зеремски, М. (1974): Трагови неотектонских процеса у рељефу источне Србије (прилог стручној геоморфологији источне Србије). Зборник радова ГИ „Ј. Цвијић“ САНУ, књ. 25, Београд.
31. Зеремски, М. (1991): О обалским линијама понтиског мора у околини Београда. Зборник радова САНУ ГИ „Ј. Цвијић“, књ. 43, Београд.
32. Игрутиновић, Д. (2002): Квалитет подземних вода у извориштима водоснабдевања становништва општина Пожаревац и Костолац. Саветовање Енергетски комплекс Костолац и животна средина, СДИТ Општине Пожаревац – Пожаревац, Костолац.
33. Јовановић, П. (1951): Осврт на Цвијићево схватање о абразионом карактеру рељефа на ободу Панонског басена, Зборник радова ГИ САНУ, књ. 1, Београд.
34. Јовановић, М. (2005): Палеоклиматске карактеристике лесно-палеоземљишних секвенци околине Пожареваца. Магистарска теза у рукопису. Департман за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад.
35. Кнежевић, Д. ет ал. (1998): Утицај семидификованог пепела на околину на примеру депоније пепела ТЕ „Косово-В“, Рударство и заштита животне средине, Београд.
36. Ласкарев, В. (1951): О стратиграфији квартарних наслага Војводине. Геол. анали Балк. полуострва, XIX, Београд.

37. Лозанић С. (1886): Анализе београдских и топчидерских пијаћих вода и српског фосилног угља. Фонд Зав. за геол. и геоф. истр. Београд.
38. Луковић, М.(1938): Постшаријашки покрети у Источној Србији. Весник геолошког института, књ. VI, Београд.
39. Максимовић, Б. и Сикошек, Б.(1965): Покушај генетске и временске интерпретације структурне грађе источне Србије у простору између Дунава и Црног Тимока. Гласник природ. музеја српске земље, Серија А, књ. 19-20, Београд.
40. Малешевић, и др, (1980): Тумач за лист Пожаревац Л34-115. Основна геолошка карта 1:100.000, Савезни геолошки завод, Београд.
41. Марковић-Марјановић, Ј. (1951): Квартарне насlage пожаревачког Подунавља. Зборник радова ГИ САН, књ. 2, Београд.
42. Марковић, С.Б. (2000): Палеогеографија квартара на територији Војводине. Докторска дисертација у рукопису, Институт за географију, Нови Сад.
43. Марковић, С.Б., Јовановић, М., Новаковић, Б., Бјелојевић, С. и Гаудењи, Т. (2004): Аероседиментација у Новом Саду: јуче, данас, сутра. Зборник радова 1. конференције “Системи управљања заштитом животне средине”. Универзитет у Новом Саду. Нови Сад.
44. Милаковић Б. (1970): Прилог проблему стратиграфског рашчлањавања горњеконгеријских наслага у панонском басену. Весник Зав.за геол. и геоф. истр., књ. XXVIII, Београд.
45. Милановић Р., Гундел Ј. (1992): Истраживање минералних сировина и заштита животне средине у басену Костолац. „Истраживање минералних сировина и заштита животне средине 2”, тематски зборник у редакцији Н. Блечића са научно-стручног скупа „Аранђеловац 91“, Аранђеловац, СІТРГМЈ и РГФ Београд, Београд.
46. Милетић Р. (1985): Експлоатација угља П.О. „Дрмно“ у сложеним хидрогеолошким условима алувијона реке Млаве са избором објеката за предодводњавање фигуре отварања, (магистарски рад), РГФ, Београд.

47. Милетић-Спајић О. (1959): Сармат и панон између унутрашњег карпатског појаса, Велике Мораве и Ресаве. Геол. анали Балк. пол., књ. XXVI, с. 55-124, Београд.
48. Милетић-Спајић О. (1960): Приказ сарматске и панонске фауне остракода Млавског басена и Сопотске греде. Геол. анали Балк. пол., књ. XXVII, с. 253-267, Београд.
49. Милетић-Спајић О. (1967): Панонска фауна Тополовника. Геол. ан. Балк. пол., књ. XXXIII, Београд.
50. Милетић-Спајић О. (1969): Биостратиграфија горњег миоцена Србије /Геол. анали Балк. пол., књ. XXXIV, Београд.
51. Милетић-Спајић О. (1977): Миоцен у ресавском, млавском и браничевском басену. Геологија Србије - кенозоик, књ. II–3, Београд.
52. Милић, Ч. (1956): Слив Пека, Геоморфолошка студија. Посебна издања Геогр. института САН, ССЛII, 9, Београд.
53. Милић, Ч. (1976): Основне црте тектонског рерљефа Србије. Зборник радова ГИ „Јован Цвијић“, књ. 28, Београд
54. Милић, Ч. (1976): Речни сливови као елементи рељефа Источне Србије. Посебна издања СГД, књ. 42, Београд.
55. Милојковић, Љ. и сар., (2002): Енергетски комплекс Костолац и животна средина. СДІТОП – Пожаревац
56. Миљковић, Љ. и сар. (2001): Земљишта Срема. Регионално географска проучавања Војводине, Срем. Природно-математички факултет, Институт за географију, Нови Сад.
57. Миљковић, Н. и сар. (1972): Земљишта Војводине. Институт за пољопривредна истраживања, Нови Сад.
58. Младеновић, Б. (1998): Слив Млаве – природне одлике и водопривредни проблеми. Гласник СГД, св. LXXVII, бр. 2, Београд (сепарат).
59. Нејгебауер, В. (1952): Чиниоци стварања земљишта у Војводини. Зборник Матице српске, серија природних наука, св. 2, Нови Сад.
60. Цвијић, Ј. (1924): Геоморфологија I. Београд.
61. Цвијић, Ј. (1926): Геоморфологија II. Београд.

62. Цвијић, Ј. (1909): Језерска пластика Шумадије. Глас СКА, LXXXIX, Београд.
63. Павићевић, Н. и Станкевић, П. (1955): Педолошке особине Рамско-голубачке пешчаре. Архив за пољопривредне науке, год. VIII, св. 22, Београд.
64. Панчић, Ј. (1963): Живи песак у Србији. Гласник Друштва Српске Словесности, св. XXV, Београд.
65. Паунковић, Ђ. (1935): Долина Млаве. Посебна издања СГД, књ. 17, Београд.
66. Петковић, К. В. (1930): О тектонском рељефу источне Србије. Глас, српске краљ. академије, књ. CXL, Београд.
67. Петковић, К. В. и Протић, М. (1933): Палеозоик између Млаве и Пека. Геолошки анали Балкан. полуострва, књ. 2, Београд.
68. Петковић, В. К. (1935): Геологија источне Србије. Посебна издања српске краљ. академије, књ. CV, Београд.
69. Петковић, В. К. (1949): Проблем постанка Великог сенонског тектонског рова источне Србије, временски и просторно и појаве оштрих пликативних облика у њему. Гласник САН, књ. I, Београд.
70. Петковић, В. К. (1961): Тектонска карта ФНРЈ. Глас САНУ, CCXLI, 22, Одељење прир.-мат. наука, Београд.
71. Петровић, Д. (1976): Еолски рељеф Источне Србије. Зборник радова Географског института ПМФ у Београду, св. XXIII, Београд.
72. Поповић, Р. & Миљковић, Ј. (1999): Осврт на главни руптурни склоп Поморавља. Зборник радова Института за географију, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, књ. 29, Нови Сад.
73. Posea Gr., Ilie I., Grigore, M., Popescu, N. (1968): Хипотезе о настанку Ђердапске клисуре. Гласник СГД, XLIX, 2, Београд.
74. Ракић М. (1980): Тумач за лист Бела Црква Л34-115. Основна геолошка карта 1:100.000, Савезни геолошки завод, Београд.
75. Ракићевић, Т. (1976): Климатске карактеристике источне Србије, Зборник радова ГИ „Јован Цвијић“ САНУ, књ. 22, Београд.
76. Роксандрић, М. (1969): О граници између Динарида и Панонске међувеначне масе. Записници Срп. геол. друштва издати 1969, Београд.

77. Стевановић П. (1951) Доњи плиоцен Србије и суседних области. Посебна издања САН, књига 147, Геол. инст. књ. 2, Београд.
78. Стевановић, П. (1965): Прилог историјату „Ревизије“ Цвијићеве „прелазне зоне“ у НР Србији. Глас САНУ, CCLIX, 25, Београд.
79. Стевановић, П. (1964): Маринско-бракични миоцен карпатског предгорја у источној Србији. Глас САНУ, CCLIV, 25, Београд..
80. Стевановић, П. (1967): Тектоника неогених терена источне Србије. Карпато-балканска геолошка асоцијација, VIII конгрес, Београд.
81. Стевановић, П., Маровић, М. и Димитријевић, Б. (1992): Геологија квартара. Научна књига, Београд.
82. Степановић, М. (2007): Стиг – Физичко-географске карактеристике, Мастер рад (у рукопису) одбрањен на Департману за географију, туризам и хотелијерство, Нови Сад.
83. Тутић, Д.(207): Увод у ГИС, Скрипта из дигиталне картографије Свеучилишта у Загребу.
84. Главни пројекат регулације реке Млаве од Брадарца до Рашанца. Општи део и прорачуни, „Хидропројекат“ – Београд, 1975.
85. Топографске секције (1970): Лист Лапово и Пожаревац (Р 1:25 000 и 1:50 000), ВГИ, Београд.
86. Fretz, T. A. and Sheppard, W. J. (1980): Evolution of aggregated fly-ash a propagation medium for selected woody nursery crops, Plan Propagator 26, 8-11.
87. Gheorhiu C, Iancu M. (1967): L' évolution géologique et géomorphologique de la vallée du Danube entre Bayias et Tr. Severin. Assoc. géol. Carpato/Balkanique VIII Congress.
88. Jones, Ch. (1997): Geographical Information Systems and Computer Cartography, Prentice Hall, Harlow, England.
89. Kosmat F. (1924): Geologie derv yentralen Balkanhalbinsel, Der Krigsschauplatye 1914/1918 geologische Darg., N, 12.
90. Bernhardsen, T. (1999): Geographic Information Systems, An Introduction, 2nd edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.

91. Clarke, C. K. (2001): Getting started with geographic information systems, Third edition, Prentice Hall, New Jersey.
92. “Emission Estimation Technique Manual for Mining and Processing of Non-Metallic Minerals“ .-National Pollutant Inventory, 1999.
93. Инвестициони идејни пројекат са студијом оправданости доградње ПК „Дрмно“ за капацитет  $9 \times 10^6$  t угља годишње (2006).
94. Технички пројекат заштите ПК „ДРМНО“ од подземних и површинских вода (2008)
95. Просторни план општине Мало Црниће, ЈУГИНС, Београд, 2009.
96. „Просторни план подручја експлоатације костолачко-ковинског лигнитског басена“ Институт за архитектуру и урбанизам Србије Београд, 2002.
97. Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине (Службени гласник Р. Србије бр.135/04.
98. Microsoft Encarta Interactive World Atlas 2001, english edition
99. [www.britanica.com/search](http://www.britanica.com/search)
100. [www.geodata.com](http://www.geodata.com)
101. Архива РЕК „Костолац“
102. Архива ПК „Дрмно“

## БИОГРАФИЈА



**Миодраг Д. Степановић**, је рођен 14. новембра 1983. године у Пожаревцу. Након завршене основне школе у родном граду, уписао је Техничку школу „Никола Тесла“, смер Електротехничар електронике, у Костолцу шк. 1998/99. коју је окончао одбраном матурског рада 2002. Природно-математички факултет у Новом Саду, Институт за географију, туризам и хотелијерство, смер Професор географије, уписао је шк. 2002/03., и исти завршио одбраном дипломског рада као први студент у генерацији, 2006. Исте године наставља школовање уписом мастер студија на Департману за географију, туризам и хотелијерство у Новом Саду, које је окончао 2007. године одбраном завршног рада под насловом Стиг – Физичко-географске карактеристике.

Школске 2007/08. уписује докторске студије на Департману за географију, туризам и хотелијерство у Новом Саду.

Стално је настањен у Пожаревцу где живи у браку са супругом и једногодишњим сином.

Активно се служи енглеским језиком.

# УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ ПРИРОДНО- МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

## К Л Ј У Ч Н А   Д О К У М Е Н Т А Ц И Ј С К А   И Н Ф О Р М А Ц И Ј А

Редни број:

**РБР**

Идентификациони број:

**ИБР**

Тип документације:

**ТД**

Монографска документација

Тип записа:

**ТЗ**

Текстуални штампани материјал

Дипломски рад

Аутор:

**АУ**

Миодраг Степановић

Ментор:

**МН**

др Слободан Марковић, ред. проф.

Наслов рада:

**НС**

Савремене геоморфолошке промене  
у Стигу

Језик публикације:

**ЈЗ**

Српски, ћирилица

Језик извода:

**ЈИ**

Српски

Земља публикавања:

**ЗП**

Србија

Уже географско подручје:

**УГП**

Војводина

Година:

**ГО**

2011.

Издавач:

**ИЗ**

Ауторски репринт

Место и адреса:

**МА**

Нови Сад, Трг Д. Обрадовића 3, Нови Сад.

Физички опис рада:

**ФО**

14 поглавља, 206 страна, 22 табеле, 49  
прилога, 51 слика, 26 карата, 102 извора  
литературе

Научна област:

**НО**

Географија

Научна дисциплина:

**НД**

Геоморфологија



Предметна одредница:

**ПО**

Стиг, савремене геоморфолошке промене, Млава,  
рударство, угаљ, Костолац

**УДК**

Добија се у библиотеци Департмана

Чува се:

**ЧУ**

У библиотеци Департмана

Важна напомена:

**ВН**

Нема!

Извод:

**ИЗ**

Природним процесима и појавама неминовно се мења кроз време морфолошки изглед једног простора. Рељефне промене су резултат деловања ендогених и егзогених сила. На прве се не може утицати јер потичу из Земљине унутрашњости, док се друге могу у многим елементима поспешивати или интензивирати човековим активностима. Нагле промене морфологије Стига почеле су у другој половини XX века, када се интензивира површинска експлоатација лигнита у Костолачном угљоносном басену и подижу термоелектране.

Највеће промене у рељефу одвијају се у зони површинског копа „Дрмно“. Даљи рударски радови у зависности су од наметнутих потреба друштвене заједнице за електричном енергијом. С обзиром да су потребе све веће, очекиване промене у рељефу до краја предвиђене експлоатације 2041. године, биће још брже и све мање поправљиве.

Поред морфоскулптурних промена, експлоатација угља изазвала је и климатске, хидрографске, педолошке и биогеографске промене.

Занемаривањем и непоштовањем еколошких принципа и законитости, непоштовање закона и прописа којима се штитити природа, па чак и озакоњење недопустивог стихијског искоришћавања природних ресурса, води непоправљивим штетама у животној средини.

И поред тога што мењају намену великим површинама пољопривредног земљишта, копови и електране обезбеђују брзи друштвено-економски развој околног подручја, запошљавање и подизање опште-културног и образовног нивоа, раније, претежно пољопривредног становништва, као и пораст животног стандарда.

Датум прихватања теме од НН већа:

**ДП**

Датум одбране:

**ДО**

Чланови комисије:

**КО**

1. др Слободан Марковић,  
ред. проф. ПМФ, Нови Сад

– члан

2. др Љупче Миљковић,  
ред. проф. ПМФ, Нови Сад

– председник

3. др Предраг Ђуровић,  
ванр. проф. Географског  
факултета у Београду

– члан

**UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND MATHEMATICS  
KEY WORDS DOCUMENTATION**

**Accession number:**

**ANO**

**Identification number:**

**INO**

**Document type:**

**DT**

Monograph documents

**Type of record:**

**TR**

Printed text

**Contents code:**

**CC**

Ph. Degree

**Author:**

**AU**

Miodrag Stepanović

**Mentor:**

**MN**

PhD Slobodan Marković

**Title:**

**TI**

**Language of text:**

**LT**

serbian/latin letters

**Language of abstract:**

**LA**

serbian and english

**Country of publication:**

**CP**

Serbia

**Locality of publication:**

**LP**

Vojvodina

**Publication year:**

**PY**

2011.

**Publisher:**

**PU**

Author's reprint

**Publ. place:**

**PP**

21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3

**Physical description:**

**PD**

**Scientific field:** geography  
**SF**

**Scientific discipline:**  
**SD**

**Subject/Key words:**  
**SKW**

**UC:**

**Holding data:** Department of Geography, Tourism and Hotel  
**HD** Management library

**Note:**  
**N**

**Abstract:**  
**AB**

**Accepted by the Scientific Board on:** ASB

**Defended:**  
**DE**

**Thesis defend board:**  
**DB**

**President:** dr Slobodan Marković, full time professor,  
Faculty of Science, Novi Sad

**Member:** dr Ljupče Miljković, full time professor  
Faculty of Science, Novi Sad

**Member:** dr Predrag Đurović, full time professor  
Faculty of Geography, Belgrade